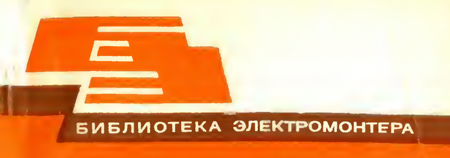


БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА



Г. А. ГЕЛЬМАН

# ТЕЛЕМЕХАНИКА В ЭНЕРГО-СНАБЖЕНИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

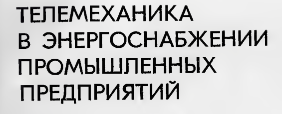


*Библиотека электромонтера*

Основана в 1959 г.

*Выпуск 523*

Г. А. ГЕЛЬМАН



# ТЕЛЕМЕХАНИКА В ЭНЕРГОСНАБЖЕНИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Москва Энергоиздат 1981

ББК 31.29
Г27
УДК 658.26:621.398

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В. Н. Андриевский, Я. М. Большам, А. И. Зевакин, Е. А. Каминский, В. П. Ларионов, Э. С. Мусаэлян, С. П. Розанов, В. А. Семенов, А. Д. Смирнов, Б. А. Соколов, А. Н. Трифонов, П. И. Устинов, А. А. Филатов.

**Гельман Г. А.**
Г27 Телемеханика в энергоснабжении промышленных предприятий. — М.: Энергоиздат, 1981. — 120 с., ил. — (Б-ка электромонтера. Вып. 523).

35 к.

Рассматриваются устройства телемеханики, монтаж и эксплуатация оборудования на диспетчерских пунктах промышленных предприятий.
Для электромонтажников, мастеров, бригадиров, обслуживающих электроустановки.

ББК 31.29

Г $\frac{30312\text{-}564}{051(01)\text{-}81}$ 71-81(Э). 2302050000

6П2.1

© Энергоиздат. 198

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Рост энерговооруженности технологических процессов на промышленных предприятиях в последнее десятилетие привел к резкому увеличению потребления предприятиями электроэнергии и различных энергоносителей (воды, пара, газа и т. д.). От того, насколько надежно энергоснабжение, зависит ритмичность работы предприятия, качество выпускаемой им продукции, выполнение государственных планов. Не менее важны рациональное использование энергии и сокращение ее непроизводительных расходов.

Энергообъекты, особенно на крупных промышленных предприятиях, расположены на значительных расстояниях друг от друга, и для эксплуатации их требуется большое количество работников.

Для решения указанного комплекса проблем широко используются различные устройства телемеханики, которые обеспечивают сбор и передачу информации о состоянии энергообъектов, о параметрах систем энергоснабжения на пункты централизованного управления (диспетчерские пункты), а также передачу с пунктов управления различных команд на энергообъекты.

В книге рассмотрены назначение, функции и области применения телемеханики в энергоснабжении промышленных предприятий. Приведены сведения о принципах работы и элементной базе наиболее распространенных в отечественной практике устройств телемеханики.

Автор выражает сердечную благодарность доктору техн. наук А. М. Пшеничникову за полезные замечания, высказанные при рецензировании рукописи.

Замечания и пожелания по книге просим направлять по адресу: 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., д. 10, Энергоиздат.

*Автор*

## 1. Энергоснабжение промышленных предприятий как объект автоматизированного управления

В зависимости от технологических особенностей предприятия доля стоимости энергии, приходящаяся на единицу выпускаемой продукции, составляет от 5 до 20% общей стоимости. От ритмичности и бесперебойности энергоснабжения в значительной степени зависит в целом выполнение предприятием государственного плана, от себестоимости получения и распределения различных видов энергии зависит себестоимость выпускаемой предприятием продукции.

Кроме того, перерыв в снабжении потребителей различными видами энергии может повлечь за собой аварии, последствия которых чреваты значительным материальным ущербом и могут вызвать человеческие жертвы.

Энергоснабжение промышленного предприятия характеризуется следующими технологическими особенностями: тесной взаимосвязью между отдельными видами энергоснабжения; зависимостью от внешних источников энергии; зависимостью от собственных источников энергии (например: ТЭЦ, котельные, компрессорные, насосные станции и др.).

Отдельные сооружения энергохозяйства располагаются по всей территории предприятия на значительном расстоянии друг от друга.

Из изложенного следует, что энергетическое хозяйство предприятия требует централизованной координации работы, управления и контроля за состоянием всех энергетических объектов и сетей. Это достигается внедрением диспетчерского телемеханизированного управления. Диспетчерское управление энергоснабжением (электроснабжением и т. п.) предприятия с помощью средств телемеханики обеспечивает: централизацию контроля и управления работой системы; повышение оперативности управления и контроля за работой сооружений и сетей; возможность установления оптимального режима работы оборудования и сетей; повышение надежности снабжения потребителей различными видами энергии; полное или частичное сокращение дежурного персонала на отдельных сооружениях систем энергоснабжения; более квалифицированное управление системой; сокращение количества аварий и быстрейшую ликвидацию их последствий; экономию энергетических ресурсов.



В системах энергоснабжения телемеханизация диспетчерского управления обязательно сочетается с автоматизацией отдельных объектов телемеханизируемой системы.

Отдельные автоматические устройства, такие, как релейная защита, различные блокировки, локальные регуляторы, комплексы автоматических измерительных приборов и другие нашли достаточно широкое распространение в промышленной энергетике и успешно эксплуатируются. На многих предприятиях в системах диспетчерского управления энергоснабжением внедрена также телемеханика.

В последние годы широкое распространение получают автоматизированные системы управления предприятиями (АСУП). В соответствии с ГОСТ 19675—74 под АСУ подразумевается человеко-машинная система, обеспечивающая автоматизированный сбор и обработку информации. Совершенствование управления энергоснабжением предприятий основано также на внедрении автоматизированных систем управления энергетическим хозяйством завода (АСУЭ) как одной из подсистем АСУП.

Внедрение АСУЭ предполагает создание комплекса алгоритмов и программ, позволяющих (с помощью вычислительной техники) решать различные задачи промышленной энергетики, начиная от проектирования и кончая оптимальным управлением режимами. В вычислительный комплекс в качестве внешних устройств входят системы сбора и обработки информации, системы телемеханики, устройства релейной защиты и автоматики, а также связь.

Наряду с задачей оптимального управления возникает необходимость возложить на автоматизированную систему управления также решение проблем, связанных со сбором и обработкой информации для составления

энергетических балансов, расчета различных технико-экономических и плановых показателей и т. п. Таким образом, совершенствование управления энергохозяйством промышленных предприятий осуществляется путем внедрения автоматизированных систем управления (АСУ), оснащенных средствами телемеханизации и вычислительной техники. Эти системы должны обеспечивать централизованный контроль и управление работой системы в целях повышения оперативности управления и контроля за работой сооружений и сетей; рациональное распределение выработки энергоносителей между агрегатами, выбор оптимальной их загрузки; рациональное распределение энергии и энергоносителей между потребителями; полное или частичное сокращение дежурного персонала на отдельных сооружениях энергохозяйства; локализацию аварий и быстрейшую ликвидацию их последствий; централизованный учет выработки и потребления энергоресурсов; расчет текущих и плановых технико-экономических показателей работы энергооборудования; оперативное планирование ремонтов энергооборудования; изменение социального состава трудящихся промышленного предприятия.

Из перечисленных задач видно, что АСУЭ по существу является интегрированной системой, так как ей присущи функции как автоматизированной системы управления предприятием (АСУП), так и автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП).

Основной базой АСУЭ, или местом сосредоточения всей информации по системам, являются соответствующие диспетчерские пункты отдельных энергохозяйств (электроснабжения, водоснабжения, теплосилового хозяйства и т. п.) или центральные диспетчерские пункты, объединяющие все системы энергоснабжения.

Для иллюстрации рассмотрим несколько подробнее функциональную структуру АСУЭ, предназначенной для металлургического завода (рис. 1).

Здесь отражены как основные задачи, решаемые АСУЭ, так и технологические особенности энергоснабжения, включая существующую на заводе систему организации отдельных энергоцехов, подчиняющихся службе главного энергетика завода.

В основу построения АСУЭ положен иерархичный принцип, существо которого заключается в том, что вся



система разбивается на отдельные подсистемы, или уровни управления.

*1 уровень* — подсистема автоматического управления отдельными установками. Основные функции этой подсистемы: релейная защита, автоматика безопасности; различные блокировки и локальная автоматика; системы автоматического регулирования отдельных параметров на установках; измерение различных параметров в целях обеспечения работы местных автоматических систем и передача результатов измерений в более высокие по иерархии уровни системы управления.

Технической базой системы является аппаратура, расположенная на отдельных контролируемых объектах (подстанциях, насосных станциях, котельных, компрессорных и т. п.). Здесь необходимо отметить, что объем автоматизации отдельных объектов должен быть таким, чтобы обеспечить возможность их работы без постоянного дежурного персонала.

Необходимый объем автоматизации, который наряду с устройствами сигнализации и контрольно-измерительными приборами составляет первый уровень АСУЭ, зависит от технологического оборудования и особенностей работы энергообъектов.

*2 уровень* — оперативно-информационная подсистема. Эта подсистема должна обеспечить: диспетчерское (оперативное) управление; обнаружение и сигнализацию неисправностей; воспроизведение и передачу в более высокие уровни по иерархии системы информации, поступающей из первого уровня; расчет оперативных технико-экономических показателей (ТЭП).

Оборудование для функционирования этой подсистемы располагается на диспетчерских пунктах отдельных энергоцехов.

*3 уровень* — учетно-расчетная подсистема. Эта подсистема является общей для всего энергохозяйства завода; в ее функции входят: расчет ТЭП (составление энергетических балансов, расчет удельных расходов и пр.); планирование, организация труда; воспроизведение и передача информации в АСУП завода и на четвертый уровень АСУЭ.

*4 уровень* — подсистема оптимального управления. Основной функцией этой подсистемы является оптимизация работы технологических объектов. В пределах всего энергохозяйства завода на эту подсистему возла-

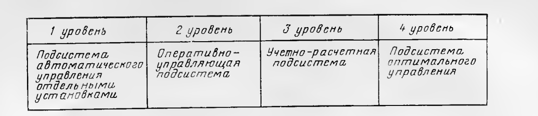



Рис. 1. Структурная схема АСУЭ металлургического завода.

гается: координация работы отдельных подсистем оперативного (диспетчерского) управления; управление материально-техническим снабжением; управление ремонтным обслуживанием.

Выполнение всех перечисленных функций, возлагаемых на АСУЭ, может быть обеспечено только применением ЭВМ. При этом часть расчетов должна выполняться на ЭВМ более высокого уровня — АСУП всего завода, расположенных на вычислительном центре (ВЦ). Как следствие, предусматривается связь между ЭВМ АСУЭ и АСУП завода.

Приведенный пример характерен для крупных промышленных предприятий с разнообразным и широко развитым энергохозяйством. Для тех предприятий, где необходима обработка сравнительно небольшого объема информации по энергохозяйству, необязательно применение отдельных ЭВМ. Здесь может быть достаточно применения ЭВМ, предназначенной для АСУП.

Наряду с ЭВМ, для АСУЭ необходимо применение другой современной техники, предназначенной для измерений текущих и интегральных значений параметров, передачи и воспроизведения информации. Сюда в первую очередь относятся: датчики и приборы аналоговой и частотной ветвей государственной системы приборов (ГСП), устройства телемеханики, секционные мозаичные диспетчерские щиты и пульты, устройства воспроизведений информации на электронно-лучевых трубках (дисплеи), устройства записи и считывания информации на печатных машинках, магнитных лентах и перфолентах, перфокартах и т. п.

Диспетчерское телемеханизированное управление энергоснабжением предприятия является составной частью АСУЭ. Исходя из этого ниже более подробно рассмотрены объемы телемеханизации в системах энергоснабжения, а также серийно выпускаемые технические средства телемеханизации и оборудование диспетчерских пунктов.

## 2. Объем телемеханизации в системах энергоснабжения

*Основные понятия и определения.* Централизованный контроль и управление объектами, находящимися на значительном расстоянии друг от друга и от пункта управления, осуществляется посредством дистанционной



передачи по линиям связи. Эта передача может осуществляться путем непосредственного соединения каждого объекта управления (контроля) с соответствующим органом управления (ключом, кнопкой и т. п.) или с прибором воспроизведения информации (лампа, табло, цифровой индикатор и др.). В этом случае для передачи каждого сигнала требуется наличие специальной проводной линии связи соответствующего сечения (сечение увеличивается с увеличением расстояния). В связи с этим применение непосредственного дистанционного управления (контроля) экономически целесообразно лишь при небольших расстояниях между контролируемыми объектами и пунктом управления, а также при малом количестве контролируемых объектов.

С увеличением расстояния передачи информации и количества контролируемых объектов особое значение приобретают сокращение затрат на сооружение соединительных линий, сохранение качества передаваемых сигналов и обеспечение быстродействия системы передачи. Эти задачи успешно решаются с помощью средств телемеханики, позволяющих наиболее экономно использовать линии связи и одновременно обеспечить надежную, точную и быструю передачу приказов, сигналов и измерений практически на любые расстояния.

При передаче информации на расстояние с помощью средств телемеханики осуществляется предварительное преобразование результатов измерений и сигналов в электрические величины, передаваемые затем по электрическим каналам связи. На приемной стороне эти электрические сигналы подвергаются обратному преобразованию, в результате чего выдается исходное сообщение, осуществляется заданная операция или получается форма сообщения, удобная для ввода в управляющую машину. Каждое телемеханическое устройство состоит из устройств пункта управления (ПУ) и устройства контролируемых пунктов (КП) и соединяющих их каналов связи.

Каждое телемеханическое устройство рассчитано на определенное количество распорядительных и известительных сообщений. Рассмотрим основные виды распорядительных сообщений.

Т е л е у п р а в л е н и е (ТУ) — передача устройствами телемеханики дискретных сигналов, воздействующих на исполнительные органы контролируемых объектов,

имеющих ряд дискретных положений (включено — отключено, открыто — закрыто и т. п.).

*Телерегулирование* (ТР) — передача устройствами телемеханики дискретных или непрерывных сигналов, воздействующих на уставки автоматических регуляторов или непосредственно на исполнительные механизмы регуляторов контролируемых процессов.

*Телеавтоматическое управление* (ТА) — передача устройствами телемеханики сигналов ТУ или ТР без участия человека-оператора.

*Телекомандование* (ТК) — передача устройствами телемеханики сигналов-распоряжений дежурному персоналу контролируемых пунктов. Реализация таких сигналов осуществляется подключением сигнальных ламп, встроенных в световые табло, имеющие соответствующие командные надписи.

*Вызов объекта* — передача устройствами телемеханики команд на подключение вызываемого объекта к каналу связи. В случае, например, вызова телеизмерения (ВТИ) — это телеизмерение по команде с ПУ на КП, вызывающей подключение на КП измерительных преобразователей, а на ПУ — приемных приборов.

Основными видами известительных сообщений являются следующие.

*Телесигнализация* (ТС) — передача устройствами телемеханики дискретных сигналов о положении и состоянии объектов контролируемого производственного процесса. По своему характеру ТС подразделяется на двухпозиционную для объектов, которые могут находиться в одном из двух положений: включено — отключено, открыто — закрыто и т. д. и однопозиционную, определяющую наличие того или иного события, например: авария, неисправность, высокий уровень воды, низкое давление пара и т. п. Строго говоря, в последнем случае также имеет место двухпозиционная сигнализация, так как эти сообщения можно представить в одном из двух состояний: есть авария — нет аварии, есть неисправность — нет неисправности и т. д. Это разделение ТС широко распространено, так как дает возможность отличить сигналы, характеризующие аварийное состояние объекта, и сигналы, характеризующие одно из двух положений объекта.

*Телеизмерение* (ТИ) — передача устройствами телемеханики или специальными устройствами ин-



формации о значениях контролируемых парамегров. При ТИ передача значения измеряемой величины осуществляется путем преобразования этой величины в другую, вспомогательную, более удобную для передачи по каналу связи на значительные расстояния, и последующего преобразования этой вспомогательной величины в показания прибора на пункте управления.

По способу передачи и воспроизведения на диспетчерском пункте ТИ подразделяются на:

ТИ *постоянное*, непрерывно подключенное к отдельному каналу связи;

ТИ *по вызову*, передающееся только по запросу диспетчера (несколько телеизмерений могут передаваться поочередно по общему каналу связи);

ТИ *циклические* — телеизмерения различных параметров, автоматически поочередно подключающиеся через заданные промежутки времени к общему каналу связи. При циклических ТИ отдельные параметры могут приниматься на индивидуальные приемные приборы с памятью (аналогично постоянным ТИ) или на общие приемные приборы аналогично ТИ по вызову диспетчера (телеизмерение по выбору).

По значениям параметров ТИ подразделяются на *телеизмерения текущих значений* (ТИТ) и *телеизмерения интегральных значений* (ТИИ) параметров; ТИТ характеризует мгновенное значение параметра, например: ток, напряжение, мощность, давление, расход вещества в единицу времени и т. п.; ТИИ характеризует значение параметров за определенное время, например: активная и реактивная электроэнергия, расход вещества за час, смену, сутки и др.

*Производственно-статистическая информация* (ПСИ) — передача устройствами телемеханики буквенно-цифровой информации преимущественно от пультов ручного ввода и от датчиков счета импульсов, например, количество включений агрегатов, количество прошедших изделий и т. п.

Под понятием «*объем телемеханизации*» подразумевается совокупность распорядительных и известительных сообщений между диспетчерским и контролируемыми пунктами, принятых для данного объекта.

Рациональный объем телемеханизации определяется для каждого конкретного объекта на основе изучения

опыта эксплуатации, анализа режимов работы отдельных сооружений энергохозяйства, уровня автоматизации и задач, поставленных перед АСУЭ.

Телеуправление предусматривается там, где требуется периодически производить оперативные переключения, и для осуществления переключений при локализации возможных аварийных состояний объекта. Если эти переключения возможно выполнить средствами автоматики, то при прочих равных условиях предпочтение отдается автоматике. Для объектов, требующих оперативного вмешательства диспетчера, телеуправление дублирует автоматическое управление.

Объем телесигнализации должен обеспечить передачу на пункт управления предупреждающих, аварийных сигналов и сигналов о положении и состоянии основных элементов системы энергоснабжения.

Объем текущих телеизмерений обеспечивает возможность контроля выработки и расхода энергоресурсов, контроля работы энергоагрегатов, систем регулирования, отключающих и коммутирующих аппаратов, локализации и ликвидации аварий. В последние годы значительно повышается роль телеизмерений для качественного контроля энергоносителей и определения предельно допустимых концентраций отдельных веществ, содержащихся в стоках и сбросах из систем энергоснабжения.

Объем интегральных телеизмерений должен обеспечивать централизованный учет выработки и расхода энергии и энергоносителей для составления и анализа энергетического баланса промышленного предприятия, для расчета ТЭП, составления отчетных данных по всем энергоносителям и т. п. Ниже рассмотрены рациональные объемы телемеханизации для систем электроснабжения, водоснабжения и теплосилового хозяйства с высоким уровнем телемеханизации, определяемым общими задачами управления. Условные обозначения, применяемые в технологических схемах энергоносителей, приведены в приложении 1.

*Объем телемеханизации в системе электроснабжения.* На рис. 2 для примера показана однолинейная схема подстанции с объемом телемеханизации. В системе электроснабжения предусматривается телеуправление следующими объектами:

масляными выключателями на питающих линиях, линиях связи между подстанциями и секционными вы-



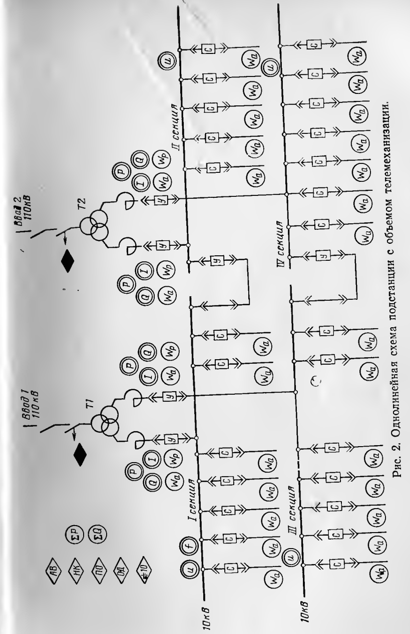



Рис. 2. Однолинейная схема подстанции с объемом телемеханизации.

ключателями (при отсутствии АВР или при необходимости частых оперативных переключений); масляными выключателями понизительных трансформаторов (при необходимости частых режимных переключений). В этом случае для трехобмоточных трансформаторов и для трансформаторов с расщепленными обмотками предусматривается самостоятельное телеуправление каждым из трех выключателей. Для двухобмоточных трансформаторов телеуправление выключателями высшего и низшего напряжений, как правило, осуществляется от одного импульса;

выключателями автоматизированных выпрямительных агрегатов, питающих распределительные шины и контактные сети. Кроме того, на промышленных предприятиях зачастую возникает необходимость телеуправления: масляными выключателями линий с АЧР, для возможности восстановления схемы после срабатывания защиты; выключателями батарей статических конденсаторов; выключателями линий 10, 6 и 0,4 кВ особо ответственных потребителей.

В объем телерегулирования может быть включено регулирование: напряжение трансформаторов, имеющих аппаратуру регулирования под нагрузкой, батарей конденсаторов, имеющих секционное подключение, возбуждения синхронных компенсаторов и двигателей, влияющих на распределение реактивных мощностей в системе.

По двухпозиционной телесигнализации в системах электроснабжения предусматривается сигнализация о положении всех телеуправляемых объектов; положении нетелеуправляемых выключателей вводов, секционных и шиносоединительных выключателей, выключателей силовых трансформаторов и других приемников высокого напряжения, которые по характеру эксплуатации находятся в ведении цеха электроснабжения; положении отделителей на напряжении 35 кВ и выше; положении отдельных крупных потребителей, существенно влияющих на распределение мощности, которые по характеру эксплуатации должны управляться с места, из цеха.

Однопозиционная телесигнализация включает в себя следующие сигналы:

авария на подстанции (один общий сигнал, включающий в себя аварийное отключение любого выключателя);



неисправность на контролируемом пункте (один общий сигнал с контролируемого пункта, включающий в себя недопустимое изменение температуры в отапливаемых помещениях, замыкание на землю и исчезновение напряжения в цепях оперативного тока, повреждения в цепях трансформаторов напряжения и т. п.);

замыкание на землю в сетях высокого напряжения (один общий сигнал с каждой головной подстанции);

неисправность трансформатора или преобразовательного агрегата — предупреждающий сигнал (сигнал для каждого агрегата, включающий в себя перегрузку, перегрев или срабатывания первой ступени газовой защиты);

неисправность трансформатора — аварийный сигнал (сигнал для каждого агрегата, включающий в себя срабатывание второй ступени газовой и других защит, воздействующих на отключение выключателя);

неисправность вращающихся машин, находящихся в ведении цеха сетей и подстанций;

неисправность комплектных трансформаторных подстанций (КТП) 6/0,4 или 10/0,4 кВ, питающихся от данной подстанции и находящихся, как правило, в ведении электрослужбы цеха промышленного предприятия (один общий сигнал);

загазованность кабельных тоннелей, подвалов подстанций и помещений аккумуляторных батарей;

срабатывание защит АЧР и АПВ;

выход параметров напряжения за заданные пределы;

отклонение давления масла в маслонаполненных кабелях за заданные пределы;

возникновение пожарной опасности на необслуживаемых объектах (при появлении дыма);

открывание дверей на необслуживаемых объектах.

В объем телеизмерений текущих значений параметров в системе электроснабжения входят измерения:

суммарной мощности, получаемой от отдельных источников питания;

активной и реактивной мощности трансформаторов на главных понизительных подстанциях (ГПП);

суммарной мощности, потребляемой крупными сторонними потребителями;

напряжения на головных линиях или шинах системы электроснабжения;

тока на одном из концов линий между подстанциями, если эти линии по режиму нагрузки могут перегружаться (вводы на подстанцию, перемычки между подстанциями и т. п.);

тока на телеуправляемых трансформаторах и преобразовательных агрегатах — при необходимости осуществления режимных переключений;

тока на линиях к батареям статических конденсаторов;

частоты на вводах от энергосистемы и от заводских источников.

Все телеизмерения тока, напряжения и мощности, как правило, производятся по вызову.

К телеизмерениям интегральных параметров относятся измерения:

активной и реактивной электроэнергии на вводных питающих линиях связи с энергосистемой;

активной электроэнергии на линиях, питающих сторонних потребителей;

активной электроэнергии отходящих линий, определяющих электрический баланс цехов предприятия;

реактивной электроэнергии на линиях, питающих потребителей при расчетах за электроэнергию с учетом коэффициента мощности.

*Объем телемеханизации в системе водоснабжения.* Примерная технологическая схема насосной станции показана на рис. 3. На отдельных сооружениях водоснабжения предусмотрено телеуправление:

насосными агрегатами производственного и хозяйственно-питьевого водопровода, во-первых, не работающими в автоматическом режиме, но требующими частых оперативных переключений, во-вторых, работающими в автоматическом режиме, но питающими потребителей первой и второй категории (по классификации «Правил устройств электроустановок»). В последнем случае телеуправление резервирует автоматику;

насосными агрегатами противопожарного водопровода, управление которыми не осуществляется из помещений пожарной охраны;

коммутационными задвижками в сети водоснабжения и на автоматизированных насосных станциях (при необходимости частых эксплуатационных переключений);



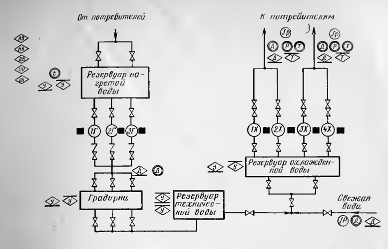



Рис. 3. Технологическая схема насосной станции с объемом телемеханизации.

механизмами, установленными на вводах основных потребителей и сетей и предназначенными для плавного или ступенчатого регулирования потребления воды.

Так как в состав насосного агрегата входят собственно насос и сблокированные с ним задвижки, то телеуправление такой группой механизмов осуществляется одной командой.

Для систем водоснабжения характерен следующий объем телесигнализации:

положения всех телеуправляемых объектов;

положения отдельных нетелеуправляемых объектов, существенно влияющих на распределение воды, которые по характеру эксплуатации должны управляться с места, из цеха. Для агрегатов, состоящих из нескольких сблокированных элементов, например напорный насос и напорная задвижка, как правило, предусматривается один общий сигнал положения агрегата. В виде исключения допускается телесигнализация положения некоторых отдельных элементов автоматизированного агрегата;

аварийного отключения любого насоса во время работы или в процессе запуска, заклинивания какой-либо задвижки (телеуправляемой или работающей в автоматизированной схеме); один или несколько общих сигналов с контролируемого пункта;

неисправности на контролируемом пункте (один общий сигнал, включающий в себя сигналы о замыкании на землю и исчезновении напряжения в главных и оперативных цепях контролируемых объектов, переключении питания цепей телемеханики на резервный источник, понижении температуры в помещении насосной, нарушении работы очистных сооружений, неисправности работы радиальных отстойников и др.);

максимального уровня дренажных вод в помещении насосной;

максимального уровня воды в отстойниках;

максимального и минимального уровней воды в водонапорных башнях и резервуарах;

минимального давления в контрольных точках сети водоснабжения;

минимальных или максимальных значений технологических параметров, характеризующих работу системы водоснабжения, при которых требуется оперативное вмешательство диспетчерского персонала (например, ухудшение вакуума в постоянно работающей вакуумной магистрали; минимально допустимый расход воды для охлаждения печи и т. п.);

загрязнения фильтров на автоматизированных очистных сооружениях;

максимальной температуры охлажденной воды в оборотных системах;

возникновения пожара на необслуживаемых объектах (при появлении дыма);

открывания дверей на необслуживаемых объектах.

Здесь же осуществляется телеизмерение текущих значений следующих параметров:

тока нагрузки двигателей крупных насосных агрегатов;

уровня воды в водоемах, водонапорных башнях и резервуарах;

давления воды на питающих водоводах, а также на отдельных водоводах, отходящих от насосной станции; в трубопроводах в отдельных точках сети для контроля состояния сети;

температуры воды, поступающей на насосные станции оборотного цикла производственного водоснабжения;

расхода воды на вводах к потребителям и на отходящих водоводах насосных станций.



Телеизмерения этих параметров целесообразно осуществлять по вызову. Кроме указанных параметров в объем ТИТ могут быть включены измерения содержания в воде и стоках различных солей, нефтепродуктов, взвешенных веществ; концентрация pH, кислорода, фенолов и т. п.

К объему телеизмерений интегральных значений параметров (ТИИ) относится ТИИ расхода воды на водоводах, отходящих от насосных станций и от потребителей, а также расход сточных вод.

*Объем телемеханизации в системах теплосилового хозяйства.* К системам теплосилового хозяйства промышленного предприятия относятся: теплоснабжение (горячая вода), пароснабжение, воздухоснабжение и мазутоснабжение.

В системах тепло- и пароснабжения рекомендуется осуществлять:

телеуправление циркуляционными насосами, насосами на насосных станциях тепловых сетей, задвижками на паропроводах, идущих от котлов; вентилями на обводных питательных трубопроводах; дымососами; регулирующими органами автоматических регуляторов температуры пара и питания котла (телеуправление всем агрегатом должно выполняться от одного импульса);

телесигнализацию положения всех телеуправляемых объектов; предельного солесодержания насыщенного пара; минимальной и максимальной температуры горячей воды, пара и дымовых газов перед котлом и за котлом; предельно допустимого давления в барабане котла; минимального уровня воды в барабане котла; аварийного отключения любого из механизмов (общий сигнал); электрической неисправности; неэлектрической неисправности; пожарной опасности в необслуживаемых объектах;

телеизмерение температуры и давления горячей воды, пара и конденсата, текущего и интегрального значений расходов горячей воды, пара и конденсата на выходах источников этих энергоносителей и у потребителей. Учитывая, что расчеты по этим энергоносителям осуществляются не по интегральному значению объемного или массового расхода, а в гигакалориях, необходимо выполнить на ДП с помощью ЭВМ соответствующие перерасчеты.

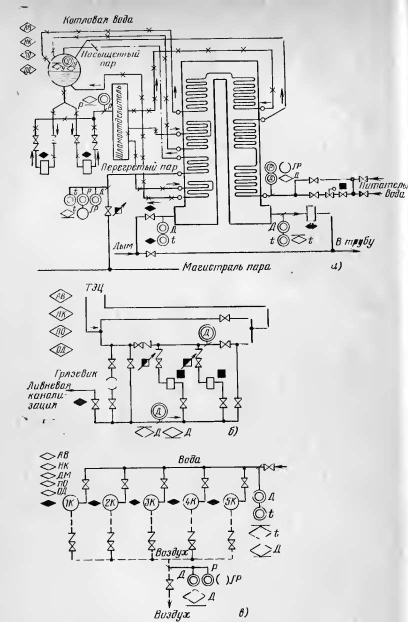



Рис. 4. Технологические схемы с объемом телемеханизации.

*а* — котла-утилизатора; *б* — теплофикационный насосной станции; *в* — компрессорной станции.

В системах воздухоснабжения осуществляются:

телеуправление автоматизированными компрессорными агрегатами, коммутационными задвижками на межцеховых воздухопроводах при необходимости частых эксплуатационных переключений и отключения аварийных участков;

телесигнализация положения телеуправляемых объектов; аварийного отключения компрессорного агрегата; технологической неисправности (отклонение от заданных условий технологических параметров); электрической неисправности (замыкание на землю, исчезновение напряжения в оперативных цепях телеуправляемых компрессоров и в цепях сигнализации), пожарной опасности в необслуживаемых помещениях; открывание двери в необслуживаемых помещениях; минимального значения давления воздуха в коллекторе компрессорной и у потребителей; максимального значения температуры воздуха в коллекторе компрессорной;

телеизмерение текущих значений расхода, давления, температуры и влажности воздуха в коллекторе компрессорной станции, давление воздуха у потребителей; интегрального расхода воздуха с коррекцией по давлению, температуре и влажности воздуха, вырабатываемого компрессорной станцией и расходуемого потребителями.

На рис. 4 для примера показаны технологические схемы с объемом телемеханизации некоторых объектов теплосилового хозяйства.

## 3. Промышленные системы телемеханики

*Основные элементы и узлы систем телемеханики.* Телемеханические устройства представляют собой сложные комплексы, состоящие из отдельных функциональных узлов, блоков и аппаратов, связанных в единую электрическую схему.

Телемеханическая аппаратура, выпускавшаяся отечественной промышленностью до 60-х годов комплектовалась в основном из релейно-контактных электромеханических элементов. Наиболее широкое распространение среди них получили электромагнитные реле постоянного тока, нейтральные и поляризованные, шаговые искатели различных типов.

Релейно-контактная аппаратура позволяет легко реализовать разнообразные функции в устройствах телемеханики, такие, например, как переключение различных цепей, формирование и усиление импульсных сигналов, элементарные логические функции, создание временных задержек, разделение электрических цепей и др. Опыт эксплуатации телемеханических систем с релейно-контактной аппаратурой показал, что они при соответствующем обслуживании вполне надежно работают, хорошо контролируются, сравнительно удобны в эксплуатации. Схемы, построенные на релейно-контактной аппаратуре, достаточно просты и четки.

В то же время релейно-контактная аппаратура обладает рядом существенных недостатков, с одной стороны, препятствующих совершенствованию характеристик телемеханических устройств, а с другой — требующих постоянного наблюдения за ее состоянием и тщательного обслуживания. Такая аппаратура вследствие наличия в ней подвижных частей и контактов требует индивидуальной регулировки, имеет ограниченное быстродействие, характеризуется относительно невысокой максимально допустимой частотой переключений, имеет значительные размеры и массу, потребляет больше энергии, недостаточно вибростойка, предъявляет высокие требования к среде, в которой она работает, требует постоянного поведения профилактических мероприятий.

Естественно, что релейно-контактная аппаратура непрерывно совершенствуется, и нет сомнения, что она будет использоваться в устройствах телемеханики, особенно в простейших схемах, где она работает надежно и применение ее вполне обосновано. К новым релейным аппаратам в первую очередь следует отнести реле с герметизированными магнитоуправляемыми контактами (герконы). Эти реле в настоящее время серийно выпускаются промышленностью и находят применение в различных устройствах автоматики, релейной защиты и телемеханики. Герконы обладают значительно большим сроком службы, чем обычные электромагнитные реле (порядка $10^8$ срабатываний). Основу конструкции такого реле составляет цилиндрическая катушка, внутри которой находится герметизированный стеклянный баллон (ампула), наполненный инертным газом. В баллоне расположены контактные язычки из пермаллоя, покрытые металлом с высокой электропроводностью. При прохождении тока по катушке возникает магнитный поток, под воздействием которого сближаются контакты, замыкающие электрическую цепь.



В связи с бурным развитием автоматики, полупроводниковой техники и радиоэлектроники релейно-контактная аппаратура и в устройствах телемеханики все больше вытесняется бесконтактными элементами. Бесконтактные элементы обладают значительно бо́льшим сроком службы, высокой скоростью переключения, повышенной надежностью, небольшими размерами и массой, потребляют незначительное количество энергии, требуют меньшего, но в то же время более квалифицированного, обслуживания, могут работать во влажных и запыленных местах, агрессивных средах и достаточно вибростойки.

Из бесконтактных элементов в устройствах телемеханики наиболее широко применяются полупроводниковые диоды и триоды (транзисторы), магнитные элементы с прямоугольной петлей гистерезиса и магнитные усилители.

Для создания некоторых типов телемеханических устройств на базе отдельных бесконтактных элементов разработаны специальные субблоки, или модули, каждый из которых выполняет одну или несколько логических, переключательных, импульсных и других функций. Таким набором субблоков является система «Спектр», положенная в основу группы телемеханических устройств, выпускаемых заводом телемеханической аппаратуры (г. Нальчик). Дальнейшим совершенствованием элементной базы устройств телемеханики является использование микроэлектроники, например интегральных микросхем. Интегральные схемы представляют собой комплекс устройств, объединяющий в одном блоке несколько фунциональных устройств (генератор импульсов, усилитель и т. п.). На интегральных микросхемах построены агрегатные средства телемеханической техники (АСТТ).

В настоящей книге электромеханические и бесконтактные элементы подробно не рассматриваются. Необходимые сведения об этих элементах и аппаратуре с их применением можно найти в специальной литературе.

Основными узлами устройств телемеханики являются генераторы импульсов, распределители, шифраторы и

дешифраторы, а в устройствах телеизмерения, кроме то го, датчики и преобразователи. Назначение и функци некоторых из этих узлов рассмотрены ниже. Чтобы дат представление о различных способах реализации эти узлов на базе как контактных, так и бесконтактных эле ментов, далее приведены примеры выполнения основны функциональных узлов телемеханических устройств, даны соответствующие пояснения.

Особое значение в устройствах телемеханики имеют так называемые защитные узлы. С помощью этих узло обеспечиваются электрическая защита оборудования защита устройств от различных сбоев в работе, от по

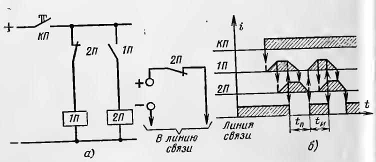



Рис. 5. Двухрелейный генератор импульсов.

*а* — принципиальная схема; *б* — временная диаграмма импульсов; $t_п$ — время паузы; $t_и$ — время импульса.

мех, вызывающих искажение передаваемых сигналов команд, а также контроль за состоянием и работо функциональных узлов устройства и каналов связи.

Генераторы импульсов. Назначение генера торов импульсов в устройствах телемеханики состоит образовании серии импульсов, передаваемых в лини связи между полукомплектами устройства.

Релейно-контактные генераторы импульсов представ ляют собой устройства, собранные из электромагнитны реле. Наиболее элементарными являются генераторы построенные на двух реле. Такие генераторы принят называть «пульс-парами». На рис. 5,*а* показана принци пиальная схема пульс-пары, а на рис. 5,*б* — времен ная диаграмма ее работы. Пульс-пара работает следую щим образом. При замыкании ключа *КП* напряжение



через размыкающий контакт реле *2П* подается на обмотку реле *1П* и последнее срабатывает; через его замыкающий контакт получает питание обмотка реле *2П*, которое, срабатывая, своими размыкающими контактами, во-первых, обрывает цепь питания линии связи, нормально обтекаемой током, а, во-вторых, обесточивает реле *1П*. Реле *1П*, отпадая, обрывает питание обмотки реле *2П*, что приводит схему в исходное положение. Таким образом, в линии связи образуется серия пауз и импульсов тока.

На временной диаграмме (рис. 5,*б*) стрелками показана последовательность срабатывания элементов схемы.

В схемах устройств телемеханики генератор импульсов содержит специальные элементы, которые образуют в серии имупльсный избирающий признак (например, удлиненную паузу или импульс), соответствующий определенной команде или положению объекта. Применяя в схемах пульс-пары реле с выдержкой времени, можно регулировать длительность импульса или паузы.

В качестве примера рассмотрим работу еще одной схемы генератора импульсов (рис. 6), используемой в телемеханическом устройстве УТМ-1. Схема состоит из пульс-пары (реле *1П* и *2П*); дополнительного реле *Д*, имеющего выдержку времени на отпускание; кнопок управления: объектных *КУ* и общей пусковой *КП* для устройства телемеханики; шагового искателя *ШИ*.

Когда устройство находится в работе (кнопка *КП* нажата), по цепи плюс — ламель *ШИ-1* — кнопка *КП* — обмотка реле *1П* — минус подается питание на реле *1П* пульс-пары. Это реле, срабатывая, во-первых, разрывает цепь питания обмотки реле *2П*, ранее обтекавшейся током по цепи: плюс — размыкающий контакт реле *1П* — размыкающий контакт реле *Д* — обмотка реле *2П* — минус, и, во-вторых, подготовляет к срабатыванию реле *Д*. При нажатии пусковой кнопки *КП* запускается в работу также шаговый искатель *ШИ* (обмотка *ШИ* на рис. 6 не показана), щетки которого начинают переходить с одной ламели на другую. При переходе щетки *ШИ-1* с ламели *0* на ламель *1* обесточивается реле *1П*, так как реле *2П* отпущено и, следовательно, его замыкающий контакт в цепи *ШИ-1* — обмотка реле *1П* разомкнут. Реле *1П*, отпадая, включает реле *2П*. Последнее, замыкая свой контакт в цепи обмотки реле *1П*, вновь включает это реле, и, таким образом, в линию

связи через замыкающий контакт реле *2П* будет поступать импульсная серия.

При нажатии ключа управления *КУ* (например, ключа *1КУ*, соответствующего ламели *2 ШИ-II*) в момент когда щетка *ШИ-II* попадает на ламель *2*, при включенном реле *1П* срабатывает реле *2П*. Такая задержка обеспечивает поступление в линию связи удлиненной паузы, соответствующей выбранному объекту.

Бесконтактные генераторы импульсов представляют собой различные переключающиеся схемы, построенные

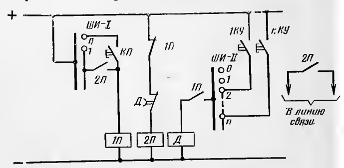



Рис. 6. Релейный генератор импульсов.

на полупроводниковых элементах или магнитных элементах с прямоугольной петлей гистерезиса.

Основными достоинствами бесконтактных генераторов по сравнению с релейно-контактными являются неограниченное число срабатываний, строгое постоянство параметра импульсов при изменениях в широких пределах напряжения питания и температуры окружающего воздуха, практически мгновенный переход из нерабочего режима в рабочий и наоборот.

Схемы бесконтактных генераторов импульсов (мультивибраторы, триггеры и т. п.) достаточно хорошо описаны в технической литературе по электронике и телемеханике, поэтому рассматривать их подробно в настоящей книге нецелесообразно.

Распределители. Важнейшим узлом всех телемеханических устройств с временным разделением сигналов является распределительный узел, который предназначен для распределения во времени и по отдельным электрическим цепям поданной на его вход серии импульсов.



В релейно-контактных телемеханических устройствах в качестве контактных распределителей ранее широко использовались шаговые искатели (*ШИ*). Принцип действия шагового искателя основан на том, что его щетки, перемещаясь по очереди с контакта на контакт после каждого срабатывания приводного механизма, последовательно замыкают ряд электрических цепей. Привод шагового искателя состоит из электромагнита и движущего механизма, представляющего собой, как правило, храповое колесо с собачкой, которое приводится во вращение от якоря электромагнита с помощью системы рычагов. В зависимости от конструктивного выполнения приводного механизма шаговые искатели подразделяются на искатели с прямым и обратным приводом. В шаговых искателях с прямым приводом щетки переходят с контакта на контакт при подтягивании якоря электромагнита. У искателей с обратным приводом передвижение щеток происходит при отпадании якоря электромагнита.

В релейно-контактных телемеханических устройствах находят также применение распределители, представляющие собой счетные схемы, собранные из реле. В качестве примера рассмотрим релейный распределитель, который используется в телемеханическом устройстве типа УТБ-3. Этот распределитель (рис. 7) представляет собой счетчик на 19 позиций (на рисунке показаны только пять из них). Распределитель работает следующим образом. В режиме ожидания линейное реле *Л* и реле *ДЛ* подтянуты, реле *КС* отпущено; при этом реле *Р1* возбуждено по первой обмотке, а *Р2* обесточено. На предварительной паузе принимаемой импульсной серии сначала отпускает реле *Л*, за ним с выдержкой времени — реле *ДЛ*, замыкая цепь реле *КС*; последнее, срабатывая, подает одним контактом напряжение на реле пересчетной схемы (*1Сч—5Сч*), а вторым контактом шунтирует контакт реле *ДЛ* и подает напряжение на реле *Р2*. В течение всей предварительной паузы реле *Р1* остается подтянутым, поскольку оно блокируется по второй обмотке через замыкающий контакт реле *Л*.

При приходе первого импульса реле *Л* срабатывает, обесточивает реле *Р1*, но удерживает реле *Р2* по его второй обмотке. Реле *Р1* отпускает, при этом срабатывает первое реле распределителя *1Сч*. Второе реле *2Сч* не срабатывает, поскольку оно в этот момент зашунтиро-

вано через диоды *Д2* и *Д6*. На следующей паузе (первой) с обмотки реле *Р2* питание снимается, и реле *Р2* отпускает, подготавливая цепь первой обмотки реле *Р1*, которое возбуждается сразу после срабатывания реле *Л*. При этом разорвется цепь обмотки реле *1Сч* и исчезнет цепь, шунтировавшая реле *2Сч*. Реле *2Сч* срабатывает по цепи: диод *Д4* — замыкающий контакт реле *1Сч*, и заблокируется через диод *Д5* прежде, чем реле *1Сч* отпустит. Таким образом, к началу второй паузы останется возбужденным только реле *2Сч*.

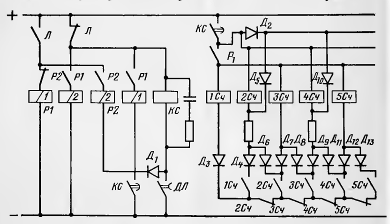



Рис. 7. Схема релейного распределителя устройства тнпа УТБ-3.

На второй паузе снова сработает реле *Р2*, поэтому на третьем импульсе реле *Р1* отпустит, подаст напряжение на реле *3Сч* и зашунтирует реле *2Сч*. Реле *3Сч* сработает через диод *Д1* и заблокируется через свой замыкающий контакт. В дальнейшем реле *Р1*, будет срабатывать на всех четных и отпускать на всех нечетных по номеру элементах принимаемой серии, причем срабатывание реле *Р1* будет вызывать срабатывание четных реле счетчика (*2Сч—18Сч*), а возврат *Р1* — срабатывание нечетных реле счетчика (*1Сч—19Сч*).

Бесконтактные распределители, так же как и другие узлы в бесконтактных схемах телемеханики, могут быть выполнены на полупроводниковых и магнитных элементах.



Рассмотрим работу некоторых из них. На рис. 8 показан бесконтактный распределитель, построенный на магнитных элементах с прямоугольной петлей гистерезиса. Такие схемы, как и релейные, выполняются либо однотактными, либо двухтактными. На рис. 8 представлена схема двухтактного распределителя. Принцип действия этой схемы следующий. Каждый магнитопровод имеет четыре обмотки: обмотку подготовки $w_1$, обмотку считывания $w_2$, обмотку переноса $w_3$ и выходную обмотку $w_4$.

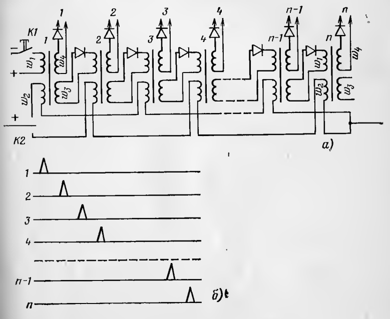



Рис. 8. Бесконтактный распределитель на магнитных элементах с прямоугольной петлей гистерезиса.
*а* — принципиальная схема; *б* — диаграмма импульсов в выходных цепях.

В исходном положении все магнитопроводы, кроме первого, находятся в размагниченном состоянии 0 (см. рис. 12). Первый магнитопровод намагничивается (переводится в состояние 1) кратковременным нажатием переключателя *К1*. Затем переключатель *К2* переводится в верхнее положение, и по всем обмоткам нечетных магнитопроводов пропускается считывающий импульс. Так как подготовлен только магнитопровод *1*, он

перемагничивается, и в его обмотке $w_4$ возникает выходной импульс. Одновременно от обмотки $w_3$ магнитопровода *1* получает импульс подготовки обмотка $w_1$ магнитопровода *2*, в результате чего последний переходит в состояние *1*.

При переводе переключателя *К2* в нижнее положение магнитопровод *2* перемагничивается, т. е. переводится в состояние 0, на его обмотке возникает импульс, а магнитопровод *3* подготавливается. При повторных манипуляциях с переключателем *К2* происходят подготовка и считывание у всех остальных магнитопроводов, и на их обмотках $w_4$ возникают выходные импульсы (рис. 8,*б*). Если обмотку $w_3$ магнитопровода *n* соединить с обмоткой $w_1$ магнитопровода *1*, то распределитель будет непрерывно работать по схеме замкнутого кольца. В реальных схемах условно изображенные на рис. 8,*а* переключатели *К1* и *К2* отсутствуют, а управление распределителем осуществляется также с помощью бесконтакных элементов.

На подобном же принципе построены и однотактные распределители.

Другим примером бесконтактного распределителя импульсов может служить распределитель, собранный из ферриттранзисторных ячеек (рис. 9), который представляют собой сочетание элемента магнитной памяти, выполненного на феррите с прямоугольной петлей гистерезиса, и усилительного элемента — транзистора. На ферритовом магнитопроводе имеются четыре обмотки: $w_1$ — обмотка считывания; $w_2$ — обмотка записи; $w_3$ — обмотка выходная (базовая) и $w_4$ — обмотка обратной связи. При прохождении импульса тока через обмотку считывания $w_1$ — в магнитопроводе создается магнитный поток, который перемагничивает феррит в одно из своих устойчивых состояний на петле гистерезиса. Если теперь подать импульс тока через обмотку записи $w_2$, то в магнитопроводе создается магнитный поток, направленный в противоположную сторону, и перемагничивающий феррит в противоположное состояние на петле гистерезиса. Таким образом, при воздействии на ферритовый магнитопровод намагничивающей силы различной полярности последний переключается из одного устойчивого состояния в другое, в котором остается после прекращения действия управляющей намагничивающей силы.



Если производить повторное намагничивание магнитопровода в том же направлении, что и в последний раз, то из-за значительной прямоугольности магнитной характеристики материала изменение магнитного потока, а вместе с этим и индуктируемое напряжение на выходной обмотке будут весьма незначительны. Транзистор *Т* используется для усиления выходных импульсов.

Концы и начала обмоток в зависимости от полярности посылаемых в них импульсов подключаются таким

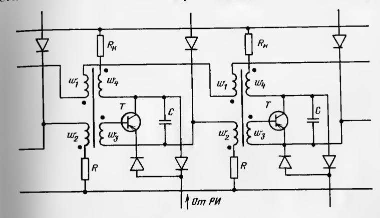



Рис. 9. Ферриттранзисторные ячейки.

образом, что при перемагничивании сердечника в состояние считывания на выходной обмотке $w_2$ наводится э. д. с. достаточной амплитуды и необходимой полярности для открытия транзистора *Т*. При перемагничивании сердечника в противоположное состояние на выходной обмотке наводится э. д. с., закрывающая транзистор.

Во многих бесконтактных телемеханических устройствах распределители и другие узлы собраны на триггерах и схемах совпадения. Триггером называется электронная схема, в которой под действием внешнего электрического импульса быстро меняются токи и напряжения, в результате чего схема переходит в новое состояние. Схемы совпадения используются для выбора индивидуальных выходных триггерных ячеек, определяемых кодом, поданным на вход телемеханического устройства. Принципы работы и схемы этих элементов достаточно подробно рассмотрены в литературе.

Рассмотрим работу бесконтактного распределителя, построенного на транзисторах, в которых каждая ячейка (выполняющая ту же роль, что и ламель в шаговом искателе) представляет собой триггер (рис. 10). Цепи кодирования объектов ТС—ТУ и выходные цепи включены в коллектор транзистора *T1* каждой ячейки.

Триггерные ячейки распределителей связаны между собой при помощи цепочек *RC*. При работе распределителя в любой момент времени одна из ячеек в нем нахо-

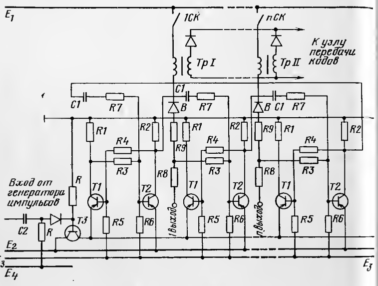



Рис. 10. Схема бесконтактного распределителя на триггерах.

дится в возбужденном состоянии (транзистор *T1* открыт, *T2* закрыт). Управляет работой распределителя транзистор тактовых импульсов *T3* (усилитель тактовых импульсов, получаемых от генератора импульсов). Если *T3* открыт, то через него подается напряжение на шину питания эмиттеров транзисторов *T1* триггерных ячеек распределителя. Работа распределителя заключается в поочередном возбуждении и возвращении в исходное положение его ячеек.

Предположим, что первая ячейка возбуждена, следовательно, в ней *T1* открыт, а *T2* закрыт. При появлении на входе распределителя импульса транзистор так-



товых импульсов *T3* закрывается и снимает положительный потенциал со всех эмиттеров транзисторов *T1*. Тактовый импульс на *T3* подается кратковременно благодаря наличию конденсатора *C2*.

Первая ячейка переходит в невозбужденное состояние и с коллектора открывшегося транзистора *T2* через связь *CR* (цепочка *1C—7R*), выдается импульс (более длительный, чем тактовый импульс) на возбуждение следующей ячейки, т. е. закрывается *T2* следующей ячейки, отчего *T1* открывается, и вторая ячейка возбуждается. Время разряда емкости *C1* больше времени разряда емкости *C2*, поэтому в момент окончания разряда емкости *C1* транзистор тактовых импульсов *T3* уже открыт и не препятствует возбуждению этой ячейки. Возбужденная вторая ячейка остается возбужденной до прихода следующего тактового импульса, после чего ячейка возвращается в исходное положение, посылая импульс на возбуждение третьей ячейки, и т. д.

Схема данного распределителя замкнута в кольцо, т. е. после возбуждения последней вновь возбуждается первая ячейка и т. д. Таким образом, при подключении устройства телемеханики к линии связи в линию от возбужденных ячеек распределителя будет поочередно выдаваться соответствующая информация о положении объектов ТС—ТУ.

Ш и ф р а т о р ы и д е ш и ф р а т о р ы. Назначение шифратора состоит в том, чтобы подать на вход телемеханического устройства сигнал или код, который был бы удобен, с одной стороны, для введения в устройство, например с помощью ключей, кнопок или вспомогательных контактов соответствующих реле, а с другой — для дальнейшего преобразования телемеханическим устройством в систему сигналов для передачи через линию связи.

Для передачи дискретных сообщений типа да — нет, включить — отключить, включено — отключено, открыть — закрыть и т. п., определяемых, как правило, состоянием ключей управления на ДП или датчиками сигнализации в виде вспомогательных контактов электрических аппаратов на КП, применяются простейшие схемы шифраторов.

При передаче непрерывных сообщений, например, при телеизмерениях, входной сигнал предварительно квантуется, т. е. превращается в дискретное сообщение,

которое затем с помощью шифратора преобразуется в кодовую комбинацию.

Назначение дешифратора состоит в том, чтобы выделить на своем выходе только одно определенное сообщение из всей совокупности поступающей информации.

Дешифратор имеет ряд входов, на которые поступают

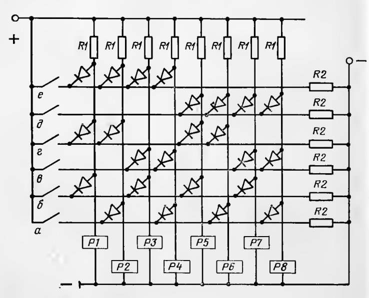



Рис. 11. Диодная матрица.

кодовые сигналы, и ряд выходов, по которым эти комбинации распределяются.

Для примера рассмотрим широко применяемые в бесконтактных телемеханических устройствах диодные дешифраторы, или, как их еще называют, диодные матрицы (рис. 11). Диодная матрица состоит из перекрещивающихся горизонтальных и вертикальных шин. Вертикальные и горизонтальные шины соединены при помощи полупроводниковых диодов. Горизонтальные шины обычно являются входными, а вертикальные — выходными. При этом сопротивления в схеме подбираются таким образом, чтобы $R1 \gg R2$. В случае отсутствия управляющего потенциала на горизонтальных шинах (контакты управляющего аппарата *а — е* разомкнуты), диоды,



связывающие каждую горизонтальную шину с вертикальной, открыты, и ток проходит по цепи: плюс — *R1* — диод — *R2* — минус. Напряжение в выходной цепи (на обмотках реле *P1—P8*) при этом близко к нулю. При подаче управляющего потенциала «плюс» на любую горизонтальную шину с помощью контактов *а — е* соответствующие диоды запираются, так как в этом случае потенциал на горизонтальной шине выше потенциала на вертикальной шине. Таким образом, на требуемом выходе (на обмотке реле) появляется рабочее напряжение.

Различное сочетание состояния контактов *а—е* обеспечивает необходимое срабатывание соответствующих реле *P1—P8*. Матричные схемы могут быть выполнены не только на диодах, но и на магнитных элементах с прямоугольной петлей гистерезиса, на транзисторах и на ячейках, сочетающих в себе как полупроводниковые, так и магнитные элементы.

*Промышленные устройства телемеханики.* В настоящее время промышленностью выпускаются различные телемеханические комплексы. Многие из этих комплексов имеют специальное назначение, другие получили широкое распространение в разных отраслях народного хозяйства страны.

В данном разделе приводится перечень наиболее распространенных комплексов телемеханики, имеющих общепромышленное назначение, и в качестве примера даются краткие описания некоторых из этих систем.

Основные параметры промышленных устройств приведены в табл. 1. Некоторые из этих устройств ныне уже сняты с производства, однако они получили наиболее широкое распространение в нашей стране и явились родоначальниками серии различных телемеханических комплексов. Кроме того, рассмотрение в одной таблице устройств телемеханики устаревших и современных конструкций позволит читателю оценить существующий технический уровень и определить целесообразность замены одного типа устройства другим.

Устройство типа ТМЭ-1 — бесконтактное устройство телеуправления и телесигнализации, выполняет следующие телемеханические функции:

телеуправление с ДП двухпозиционной коммутационной аппаратурой и оборудованием, установленным на КП (включение-отключение управляемых объектов);

Таблица 1. **Промышленные телемеханические устройства**

| Тип | Характеристика устройства | Емкость | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ТС | ТУ | ТР | ВТИ | ТИТ | ТИИ | ПСИ | КК |
| ВРТ-53 | Релейно-контактное устройство с время-распределительным методом избирания, с шаговыми искателями, 1ДП на 1КП | 48 | 39 | 9 | 11 | — | — | — | — |
| РСТ-1 | Релейное устройство с полупроводниковыми элементами, с время-распределительным методом избирания, с нефиксированным по длительности временным импульсным признаком, 1 ДП на 10 КП | 20 | 16 (суммарно ТУ и ВТИ) | | | — | — | — | — |
| РСТ-2 | | 46 | 42 (суммарно ТУ и ВТИ) | | | — | — | — | — |
| УТМ-1 | Релейно-контактное устройство с время-распределительным методом избирания, с шаговыми искателями, 1 ДП на 1 КП или 1 ДП на 3 КП по радиальным или транзитным линиям связи | 23 | 16 | — | 10 | — | — | — | — |
| УТБ-55 | Релейно-контактное устройство с групповым время-распределительным методом избирания, с шаговыми искателями, блочное построение, 1 ДП на 1 КП или 1 ДП до 4 КП по радиальным или транзитным линиям связи | 80 | 36 | — | 10 | — | — | — | — |
| УТБ-3 | Релейно-контактное устройство с время-распределительным методом избирания, с релейным распределителем и полупроводниковыми диодами, блочное построение, 1 ДП на 1 КП или 1 ДП на 4 КП по радиальным или транзитным линиям связи | 80 | 40 | — | 20 | — | — | — | — |

*Продолжение табл. 1*

| Тип | Характеристика устройства | Емкость | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ТС | ТУ | ТР | ВТИ | ТИТ | ТИИ | ПСИ | КК |
| ТМЭ-1 | Бесконтактное циклическое устройство с распределительным методом избирания, с синхронными и синфазными источниками питания ДП и КП, на электромагнитных элементах с прямоугольной петлей гистерезиса и полупроводниковых диодах, 1 ДП на 1 КП | 45 | 40 | — | 30 | — | — | — | — |
| БТЦ1/1 | Бесконтактное циклическое устройство с синхронными и синфазными источниками питания ДП и КП, на ферриттранзисторных ячейках с прямоугольной петлей гистерезиса и полупроводниковых элементах, 1 ДП на 1 КП | 60 | 58 (суммарно ТУ, ТР и ВТИ) | | | — | — | — | — |
| БТЦУ1/10 | То же, 1 ДП на 10 КП | 29 | 27 (суммарно ТУ, ТР и ВТИ) | | | — | — | — | — |
| „Радиус" | Бесконтактное циклическое устройство с распределительным методом избирания, на ферриттранзисторных ячейках с прямоугольной петлей гистерезиса и полупроводниковых элементах, с время-импульсными преобразователями | 60 | 45 (суммарно ТУ, ТР и ВТИ) | | | 5 | — | — | — |

*Продолжение табл. 1*

| Тип | Характеристика устройства | Емкость | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ТС | ТУ | ТР | ВТИ | ТИТ | ТИИ | ПСИ | КК |
| ВРТФ-1 | Бесконтактное циклическое устройство с распределительным методом избирания, с использованием временного импульсного признака, на полупроводниковых и электромагнитных элементах (ферритах) с прямоугольной петлей гистерезиса, 1 ДП на 1 КП | 42 | 40 | 7 | 8 | — | — | — | — |
| ВРТФ-3 | То же | 80 | 40 | 16 | 8 | — | — | — | — |
| РТСМ-1 | Бесконтактное циклическое устройство телесигнализации с распределительным методом избирания, с использованием временного импульсного признака, на полупроводниковых элементах, 1 ДП на 1 КП | 10 | — | — | — | — | — | — | — |
| МКТ-1* | Бесконтактное импульсное циклическое устройство с временным разделением каналов, на полупроводниковых элементах 1 ДП на 1 КП или 1 ДП на 2 КП | До 70 | — | — | — | До 10 | — | — | — |
| МКТ-2* | То же | До 248 | — | — | — | До 31 | — | — | — |

*Продолжение табл. 1*

| Тип | Характеристика устройства | Емкость | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ТС | ТУ | ТР | ВТИ | ТИТ | ТИИ | ПСИ | КК |
| ТМ-100 „Трасса“ | Бесконтактное кодоимпульсное устройство, выполненное на базе комплекса „Спектр“, 1 ПУ на 20 КП | На один КП: До 50 | До 25 | До 4 | До 30 | До 30 | — | — | — |
| ТМ-200 „Район“ | То же, 1 ПУ на 60 КП | На один КП: До 4 | — | — | До 4 | До 4 | — | — | — |
| ТМ-300 „Производство“ | То же, 1 ПК на 25 КП | На один КП: 60 | 50 (суммарно ТУ и ТР) | | — | 58 | 60 | 15 | — |
| ТМ-301*** | То же 1 ПУ на 25 КП, с устройством связи с ЭВМ серии АСВТ | На один КП: 60 | 50 (суммарно ТУ и ТР) | | — | 60 | 60 | 15 | 29 |
| ТМ-800 | То же, 1 ПУ на 10 КП | На один КП: 45 | 35 | | — | — | — | — | — |
| ТМ-320** | Бесконтактное кодоимпульсное циклическое устройство, выполненное на базе интегральных микросхем 1 ПУ на 96 КП | На один КП: До 56 | До 48 (суммарно ТУ, ТР, ВТИ) | | | — | — | — | — |
| ТМ-310 | То же, 1 ПУ на 99 КП по радиальным линиям связи с устройством связи с ЭВМ серии АСВТ | На один КП: До 120 | до 120 (суммарно ТУ и ТР) | | — | До 210 | До 120 | — | До 45 |

* В модификациях устройства МКТ-1 учтена замена 1ТИ на 7ТС, и наоборот, а в устройстве МКТ-2 — 1ТИ на 8ТС, и наоборот.
** Устройство рассчитано на подключение к одному ПУ до 32 радиальных линий при подключении с каждой линии до трех КП.
*** Производственно-статистическая информация может передаваться с любых 15 КП.

Примечания: 1. ДП — комплект диспетчерского пункта; ПУ — комплект пункта управления; КП — комплект контролируемого пункта.
2. В графе „Емкость“ приведено максимальное количество телемеханических функций.

непрерывная автоматическая телесигнализация с КП на ДП о положении двухпозиционных объектов телесигнализации (в том числе и телеуправляемых);

вызов телеизмерения, т. е. подключение передающей и приемной аппаратуры телеизмерения к отдельному каналу связи;

телерегулирование с ДП объектов, с одновременным телеизмерением регулируемого параметра.

Для выполнения указанных телемеханических функций требуется наличие проводной линии связи (кабельной или воздушной), связывающей полукомплекты устройства, установленные на ДП и КП, и синхронные и синфазные источники питания промышленной частоты на обоих концах линии связи.

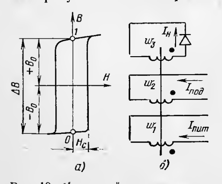



Рис. 12. Магнитный элемент с прямоугольной петлей гистерезиса.

*а* — кривая намагничивания; *б* — схема магнитного элемента.

Устройство выпускается в трех модификациях, отличающихся емкостью по телеуправлению и телесигнализации положений двухпозиционных объектов (модификация А—ТУ 12 объектов и ТС 13—14 объектов; модификация Б—ТУ 26 объектов и ТС 27—28 объектов; модификация В — ТУ 40 объектов и ТС 41—45 объектов).

Блочный принцип построения, принятый в устройстве, позволяет без нарушения структуры схемы образовывать в пределах каждой модификации модели устройства, отличающиеся друг от друга емкостью по числу объектов ТУ, ТС, ТР и ВТИ.

Устройство построено на магнитных элементах с прямоугольной петлей гистерезиса (ППГ). Принцип действия магнитных элементов с ППГ основан на свойствах материала сердечников этих элементов оставаться в одном из двух устойчивых состояний: $+B_0$ или $-B_0$ (точки *1* и *0* циклической петли гистерезиса магнитного элемента на рис. 12,*а*) после снятия внешнего питания. Значительное изменение магнитной индукции ($\Delta B = 2B_0$) сердечников происходит тогда, когда знак подведенного к сердечнику питания противоположен знаку остаточной индукции. При этом элемент перемагничивается, и в его обмотках наводится э. д. с., соответствующая «рабочему» импульсу.



Минимальное число обмоток магнитного элемента три: обмотка питания $w_1$, обмотка подготовки $w_2$ и выходная рабочая обмотка $w_3$ (рис. 12,*б*). Начало обмоток обозначено точкой. Кроме того, принято, что для подготовки элемента необходимо подать импульс тока в обмотку подготовки от конца обмотки к началу. Во время подготовки элемента импульсы тока в других обмотках заперты выпрямителями.

Для срабатывания элемента необходимо подать импульс тока в обмотку питания по направлению от начала к концу. В этом случае возникает рабочий импульс тока в выходной обмотке элемента. Питание элементов с ППГ осуществляется полуволнами, полученными в результате однополупериодного выпрямления переменного тока промышленной частоты.

Импульс в обмотку подготовки элемента поступает в момент отсутствия импульсов питания (т. е. в тот момент, когда цепь питания этого элемента оказывается запертой вентилем). Это достигается либо питанием управляющего и управляемого элемента полуволнами противоположных знаков, либо включением в цепь питания этих элементов фазосдвигающих цепочек, состоящих из конденсатора и сопротивления, как это и сделано в распределителях данного устройства.

Наряду с магнитными элементами с ППГ, нагрузкой которых являются цепи обмоток подготовки других элементов с ППГ, в схеме данного устройства используются магнитные элементы, воздействующие на выходные электромагнитные реле. Этот вид магнитных элементов представляет собой магнитные усилители релейного действия или бесконтактные магнитные реле, выполненные по дроссельной схеме с внутренней обратной связью. В качестве выходных реле в устройстве применены электромагнитные реле типов РКН на ДП и МКУ-48 на КП.

Структурная схема устройства ТМЭ-1 представлена на рис. 13. Устройства ДП (рис. 13,*а*) и КП (рис. 13,*б*) соединяются двухпроводной линией связи, по которой осуществляется двусторонняя передача импульсов (ТУ в одном и ТС в другом направлении). Подключение этой

линии к телеизмерительным устройствам производится через передающие узлы и ключи управления (или вспомогательные контакты контролируемых объектов), подключающие выходы соответствующих элементов распределителя к линии связи. Количество импульсов, посылаемых в линию связи, и их местоположение в импульсном цикле находится в точном и однозначном соответствии с положением ключей или вспомогательных контактов.

Импульсы поступают в узел приема того или другого полукомплекта устройства, который в зависимости от наличия или отсутствия в линии связи импульсов на том или ином такте через узел избирания направляет выходной импульс элемента распределителя либо в обмотку включения, либо в обмотку отключения соответствующего исполнительного реле на КП или индивидуального реле телесигнализации на ДП. Последние срабатывают и производят необходимую операцию ТУ, ВТИ или ТС.

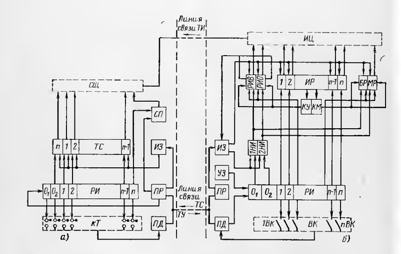



Рис. 13. Структурная схема устройства ТУ — ТС типа ТМЭ-1.

*а* — полукомплект ДП; *б* — полукомплект КП; *РИ* — распределители импульсов, состоящие из элементов: $O_1$, $O_2$, *1 n*; *УЗ* — узел запуска; *ПД* — передающие узлы; *ПР* — приемные узлы; *ИЗ* — узлы избирания; *ТС* — индивидуальные реле телеуправления, телеизмерения; *1НИ*, *2НИ* — реле, осуществляющие подготовку исполнительных реле *РИВ*, *РИО*, *БР*, *МР*; *КУ* и *КМ* — защитные узлы при телеуправлении и телеизмерении; *СП* — узел контроля, сигнализирующий повреждение устройства; *кТ* — ключи и кнопки объектов телеуправления и вызова телеизмерения; *ВК* — вспомогательные контакты объектов телесигнализации, *СЩ* — цепи символов объектов телесигнализации на мнемосхеме щита; *ИЦ* — измерительные цепи объектов телеизмерения и телерегулирования.



В схеме устройства предусмотрены защитные и контрольные узлы, обеспечивающие синхронную работу распределителей, контролирующие включение только одного индивидуального реле на КП и запрещающие исполнение новых приказов в процессе выполнения предыдущего приказа (при телеуправлении), а также узел обеспечивающий сигнализацию при различных повреждениях устройства.

В устройстве применен циклический метод синхронизации распределителей. Каждый из распределителей питается от собственного генератора импульсов, а синхронизация осуществляется один раз за цикл. В качестве генератора импульсов используется синхронная сеть переменного тока частотой 50 Гц. Поэтому необходимым условием работы схемы является наличие синхронных и синфазных источников переменного тока на ДП и КП. Запуск распределителя на КП осуществляется автоматически при подаче на схему напряжения.

Распределитель КП выполнен по замкнутой кольцевой схеме, благодаря чему он работает, непрерывно повторяя циклы.

Распределитель ДП не замкнут в кольцо. Его запуск осуществляется от синхронизирующего импульса, поступающего с КП и воздействующего на первый элемент распределителя ДП. На КП каждый раз при срабатывании первого элемента распределителя в линию связи посылается указанный синхронизирующий импульс.

После запуска распределителя ДП оба распределителя совершают синхронно один цикл, после чего на первом шаге распределителя КП в линию связи вновь посылается синхронизирующий импульс, воздействующий на первый элемент распределителя ДП. Так осуществляется непрерывное и синхронное движение обоих распределителей.

Каждый из указанных распределителей является приемопередающим и связан в цепях передачи с ключами управления на ДП и вспомогательными контактами управляемой аппаратуры на КП, а в цепях приема — с исполнительными реле.

Движение распределителей импульсов на ДП и на КП, а также передача приказов и прием импульсов сигнализации производятся на противоположных полупериодах. Поэтому передача команд ТУ и ВТИ и сигналов ТС может производиться одновременно.

Избирающим признаком для выбора объектов ТУ, ВТИ и ТР является наличие импульсов одной и той же полярности, а для выбора объектов ТС — наличие или отсутствие импульсов другой (противоположной ТУ, ВТИ и ТР) полярности.

Диаграмма цикла импульсной серии в линии связи приведена на рис. 14. Цикл импульсной серии состоит из *n* периодов переменного тока, соответствующих числу «шагов» распределителя, причем нечетные полуперио-

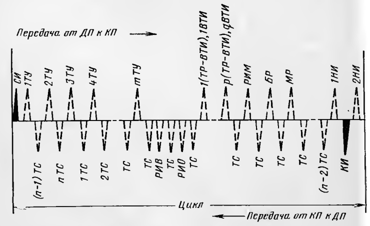



Рис. 14. Диаграмма цикла импульсной серии в линии связи устройства ТМЭ-1.

*ТС* — импульс телесигнализации; *ТУ* — импульс телеуправления; *СИ* — синхронизирующий импульс; *КИ* — контрольный импульс; *ВТИ*, *РИМ* — импульсы вызова телеизмерения; *РИВ* — импульсы разрешения исполнения операции включения; *РИО* — то же операции отключения; *ТР*, *БР*, *МР* — импульсы телерегулирования; *1НИ*, *2НИ* — импульсы защиты от неправильного выбора объекта ТУ.

ды занимаются импульсами телесигнализации *ТС*, синхронизирующим импульсом *СИ* (полярность которого противоположна импульсам *ТС*) и импульсом *КИ*, контролирующим нормальную работу устройства. Четные полупериоды используются для передачи приказов с ДП на КП, причем полярность импульсов РИВ (разрешающего выполнение операции включения объекта) и РИО (то же для операции отключения), входящих в импульсную серию при телеуправлении, противоположна полярности импульсов *ТУ*.



Наличие импульсов *ТС* в импульсной серии соответствует включенному положению объектов *ТС*, а отсутствие — отключенному. Количество импульсов *ТС* в импульсной серии телесигнализации меняется в зависимости от положения контролируемых объектов.

Импульсная серия телеуправления на включение или на отключение объекта содержит три импульса, причем импульсная серия на включение управляемого объекта содержит импульсы *2НИ*, *ТУ* и *РИВ*, а на отключение — импульсы *1НИ*, *ТУ* и *РИО*. В результате приема на *КП* этих импульсов происходит включение реле *У* и *РИВ* (при включении объекта) или реле *У* и *РИО* (при отключении объекта).

Импульсная серия «вызова телеизмерения» ВТИ определяется наличием двух импульсов: одного, соответствующего вызываемому объекту телеизмерения (импульс *ВТИ*), и другого — импульса *РИМ*, осуществляющего включение реле *М* и *РИМ*.

Наличие в серии телеуправления импульсов *1НИ* и *2НИ* обеспечивает защиту от неправильного выбора объекта *ТУ* при рассинхронизации движений распределителей ДП и КП.

Импульсный цикл в линии связи всегда содержит синхронизирующий импульс *СИ* и контрольный *КИ* независимо от того, передается приказ или телесигнализация.

Дальность действия устройства составляет 15 км при использовании для телепередачи сигналов проводной кабельной линии связи со следующими параметрами: сопротивление постоянному току не более 20 Ом/км; индуктивность не более 0,7 мГн/км; рабочая емкость между проводами не более 0,05 мкФ/км; сопротивление изоляции не менее 500 МОм/км. В случае использования воздушной линии связи суммарное сопротивление проводов не должно превышать 3 кОм, а суммарное сопротивление изоляции между проводами должно быть не менее 100 кОм.

Использование «земли» в качестве провода не допускается. Продолжительность передачи сигналов зависит от емкости данного устройства и от момента образования кодирующей цепи по отношению к шагу работы распределителя. Например, для модели В, имеющей максимальную емкость, она не превосходит 1,88 с.

Устройство типа РТСМ-1. Бесконтактное устройство телесигнализации типа РТСМ-1 предназначено для телемеханизации промышленных объектов (например, систем электро-, водо-, газоснабжения и других промышленных систем энергоснабжения), а также для использования в районных энергосистемах. Устройство обеспечивает функции телемеханического контроля за состоянием автоматизированных объектов, работающих, как правило, без постоянного дежурного персонала.

Емкость устройства типа РТСМ-1—10 объектов ТС. Устройство выполнено на бесконтактных элементах: полупроводниковых диодах и триодах. В качестве выходных реле используются герметизированные реле типа РМУГ.

Устройство РТСМ-1 работает по симплексному (передача информации только в одном направлении) частотному каналу или по физической двухпроводной линии связи. В соответствии с этим выпускаются две модели устройства РТСМ-1: модель «Ч» — с блоками частотного управления и полосовыми фильтрами и модель «П» — без блоков частотного уплотнения и полосовых фильтров.

Продолжительность передачи известительного цикла не превышает 1 с при 20% отключенных объектов. Номинальное напряжение питания устройства — 220 В переменного тока. Резервирование питания КП осуществляется от трансформаторов напряжения с номинальным вторичным напряжением 100 В. В комплекте ДП предусмотрена возможность резервирования питания по постоянному току напряжением 24 В. Потребление комплекта КП по переменному току совместно с блоками частотного уплотнения составляет около 10 В·А, а комплекта ДП — не более 260 В·А.

Устройство РТСМ-1 рассчитано на воспроизведение получаемых известительных сигналов о состоянии объектов телесигнализации на мнемосхемах диспетчерских щитов. В устройстве применен распределительный метод избирания с временным импульсным признаком. Для выбора объектов используется удлиненная пауза. Устройство имеет пошаговую синхронизацию. Вся пришедшая в течение цикла информация воспроизводится после прихода удлиненного синхронизирующего импульса проверки синхронного хода распределителей.

Генератор импульсов на КП (рис. 15,*а*) работает в



режиме непрерывной генерации. Импульсы генератора подаются на распределитель, состоящий из счетных триггеров и диодных схем совпадения. Одновременно генератор импульсов управляет работой линейного триггера. На тех шагах распределителя, где замкнуты контакты выходных реле сигнализации, образуется цепь для срабатывания триггера удлиненной паузы, который, воздействуя на генератор импульсов, создает удлиненные паузы в импульсной серии.

После 11-й контрольной удлиненной паузы триггер синхронизирующего импульса переводится в положение, когда он закрывает один из триодов линейного триггера, чем создается удлиненный синхронизирующий импульс в линии. После 16-го шага распределителя триггер синхронизирующего импульса переводится в исходное состояние и в линию поступает новая импульсная серия.

На ДП (рис. 15,*б*) импульсная серия усиливается усилителем-ограничителем и поступает на счетные триггеры, а также на селекторы, выделяющие удлиненные паузы и синхронизирующие импульсы. При приходе удлиненной паузы она выделяется селектором удлиненной паузы. При этом срабатывают соответствующий объектный триггер и реле *С*, которое самоблокируется. На 11-м шаге распределителя срабатывает контрольный триггер. В начале удлиненного синхронизирующего импульса срабатывает триггер синхронизирующего импульса. Закрывается ключ самоблокировки сигнальных реле, что приводит в соответствие их положение с положением объектных триггеров.

Если распределители ДП и КП работают синхронно и на 11-й удлиненной паузе сработал контрольный триггер, то при срабатывании триггера синхронизирующего импульса узел включения телесигнализации разрешает воспроизведение пришедшей за цикл информации на диспетчерском щите и пульте. По окончании синхронизирующего импульса все счетные и объектные триггеры, а также контрольный триггер сбрасываются в исходное состояние.

Для осуществления контроля образования и приема импульсного признака (удлиненной паузы) на КП имеется контрольная схема совпадений, которая в каждом цикле образует удлиненную паузу на 11-м шаге распределителя. На ДП на 11-м шаге распределителя пере-

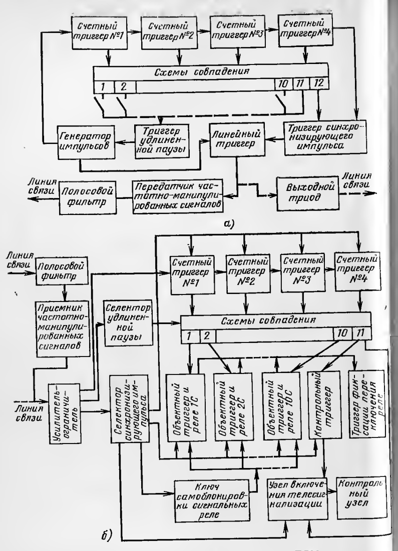



Рис. 15. Структурная схема устройства ТС типа РТСМ-1.

*а* — коплект КП; *б* — комплект ДП; *1 — 10* — контакты датчиков телесигнализации (пунктиром показаны входные и выходные цепи при использовании физической двухпроводной линии связи).



брасывается контрольный триггер, фиксируя нормальную работу узлов образования и приема удлиненной паузы.

Если распределители на КП и ДП работают синхронно, то на 11-м шаге распределителя на ДП должна приходить контрольная удлиненная пауза и должен начаться удлиненный синхронизирующий импульс. При несинхронной работе распределителей такого совпадения не происходит. В устройстве осуществляется также контроль исправности общих узлов и канала связи.

Комплекты КП и ДП устройства размещаются в металлических корпусах размером 480×250×160 мм, предназначенных для навесного монтажа. Все элементы устройства смонтированы на плате, на которой выполнен монтаж основной части схемы устройства и в трех съемных блоках: блоке питания, блоке полосового фильтра и блоке передатчика частотно-манипулированных сигналов КП или блоке приемника частотно-манипулированных сигналов ДП.

Устройство типа ВРТФ-3. Бесконтактное устройство типа ВРТФ-3 предназначено для телемеханического управления и контроля за сосредоточенной группой объектов контролируемого пункта. Устройство выполняет следующие функции: телеуправление двухпозиционными объектами; автоматическую непрерывную телесигнализацию положения однопозиционных кратковременнодействующих сигналов; вызов объектов телеизмерения — подключение передающей и приемной аппаратуры телеизмерения к отдельному каналу связи; телерегулирование — изменение положения уставок регуляторов или самого регулирующего органа с предварительным вызовом телеизмерения регулируемого параметра.

Схема и конструкция устройства предусматривают блочное построение со следующими ступенями: ТС по 16, ТУ по 8, ВТИ по 8, ТР — ВТИ по 8. Максимальная емкость устройства составляет 80 ТС, 40 ТУ, 16 ВТИ, 16 ТР — ВТИ и два экстренных ТС. Всего выпускается 26 моделей устройства. Оно рассчитано на работу по физическим цепям и по частотным каналам. Для работы по физическим цепям требуется четырехпроводная линия, в которой одна пара проводов используется для передачи ТУ — ТС — ВТИ, а вторая — для ТИ. Дальность действия устройства в этом случае составляет

20 км при сопротивлении линии связи 200 Ом/км и емкости 0,05 мкФ/км.

Для организации работы устройства по двухпроводной физической цепи и увеличения дальности действия используются блоки частотного уплотнения и полосовых фильтров, входящих в состав устройства. Допускается телефонная связь по той же паре проводов. Вызов телефона в этом случае может осуществляться через устройство ТУ — ТС. Устройство рассчитано также на работу с различными промышленными системами уплотнения проводных линий связи, в том числе высокочастотных каналов по линии электропередачи.

Схема построена на магнитных (ферритовых) элементах и полупроводниковых триодах и диодах. В качестве выходных реле телесигнализации и вызова телеизмерения использованы реле типа РЭС-22, а телеуправления и телерегулирования — реле типа МКУ-48. Применена пошаговая синхронизация приемных распределителей путем передачи в канал связи импульсов движения, управляющих приемным распределителем. Кроме того, выполнено циклическое синфазирование распределителей, благодаря которому приемный распределитель в начале каждого цикла получает маркерный (пусковой) импульс МИ. Избирающими признаками являются удлиненные импульс и пауза в импульсной серии.

Устройство содержит две независимые схемы: схему телеуправления, вызова телеизмерения и телерегулирования и схему телесигнализации. Обе схемы имеют собственные общие узлы, распределители, выходные элементы, блоки уплотнения канала связи, блоки питания. Это дает возможность осуществить одновременную и независимую работу обеих схем. Передача информации при телеуправлении и вызове телеизмерения — спорадическая, при телесигнализации — циклическая. Передача кода телеуправления и вызова телеизмерения происходит только в течение первого цикла работы распределителя после воздействия диспетчера на кнопку управления. Этим исключается выполнение приказа за второй и последующие циклы в случае невыполнения его за первый цикл.

Команда телеуправления характеризуется наличием в импульсной серии трех удлиненных пауз (рис. 16, *а*). Первая пауза *НЦУ* характеризует посылку приказа со стороны диспетчерского пункта. Прием и фиксация схемой комплекта КП паузы *НЦУ* разрешает фиксацию паузы *ВК* или *ОТ* выбора характера операции управления — «Включить» или «Отключить». Выбор объекта управления происходит на третьей удлиненной паузе *ВО — ТУ*. После проверки синхронного движения распределителей комплектов ДП и КП разрешается исполнение команды, в результате чего составляется выходная цепь управления. Время импульсного действия вы-

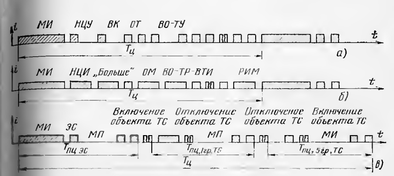



Рис. 16. Импульсные серии в линии связи устройства ТУ — ТС типа ВРТФ-3.

*а* — распорядительная передача при ТУ; *б* — распорядительная передача при ВТИ и ТР; *в* — известительная передача.

ходной цепи определяется схемой выдержки времени и составляет 0,8—1,2 с.

Команда на вызов телеизмерения характеризуется наличием в импульсной серии удлиненных импульсов (рис. 16, *б*). Первый удлиненный импульс *НЦИ* выполняет те же функции, что и пауза *НЦУ* при телеуправлении. Прием импульса *НЦИ* комплектом КП разрешает выбор узла сброса, что происходит на втором импульсе *ОМ* серии. Выбор индивидуального объектного реле измерения выполняется на третьем импульсе *ВО — ТР — ВТИ*. Наконец, реле разрешения исполнения приказа на вызов телеизмерения срабатывает после фиксации последнего удлиненного импульса *РИМ* и проверки синхронного хода распределителей комплектов ДП и КП. Индивидуальное объектное реле самоудерживается и подключает на КП выбранный датчик телеизмерения к

линии связи. Сигнал о выборе реле разрешения исполнения приказа в комплекте КП передается схемой ТС на ДП, в результате чего к линии связи со стороны ДП подключается приемный прибор телеизмерения.

При телерегулировании в линию связи посылается импульсная серия, содержащая удлиненные импульсы *НЦИ* и *«Больше»* или *«Меньше»*. Выходная цепь регулирования на КП действует, пока нажата кнопка регулирования на ДП.

Информация при телесигнализации передается циклически. Цикл передачи (рис. 16, *в*) состоит из подцикла передачи экстренных сигналов ЭС и от одного до пяти подциклов групп телесигналов, содержащих информацию о состоянии объектов на КП. Каждый информационный подцикл рассчитан на передачу 16 сигналов, а количество подциклов определяется емкостью устройства по ТС. Разделение подциклов в цикле передачи осуществляется маркерными паузами *МП*. Информация воспроизводится в конце каждого подцикла при условии синхронного движения распределителей КП и ДП в течение данного подцикла. Такое построение схемы позволяет повысить ее быстродействие и достоверность передачи информации, так как при нарушениях синхронного хода схемой бракуются только отдельные подциклы, а не весь цикл передачи. Приемная часть схемы ТС содержит блоки магнитной памяти для предварительной записи принимаемой информации. Если подцикл забракован, информация в памяти автоматически стирается. Сигнал о повреждении устройства возникает при фиксации четырех следующих друг за другом бракованных циклов.

Время передачи информации зависит от емкости устройства. Так, время передачи ТУ находится в пределах от 1,7 до 3,3 с, ТС — от 2 до 9,7 с, ВТИ — от 1,3 до 1,7 с. Время передачи экстренных сигналов и приказа на регулирование постоянно для любой модели и не превышает соответственно 0,85 и 0,8 с.

Питание комплектов устройства осуществляется от сети переменного напряжения 220 В, частотой 50 Гц. В комплекте КП предусмотрена возможность резервирования питания от источника постоянного (или выпрямленного) тока напряжением 24 В с автоматическим переключением с основного питания на резервное и обратно.



Конструктивно устройство представляет собой щит, собранный из панелей напольного типа. Все панели однотипны по конструкции и имеют размеры 1885×140×
×365.

Такое построение устройства позволяет набирать модели из определенного числа типовых панелей. Индивидуальные панели рассчитаны на установку в каждой из них комплекта функциональных блоков, определяющих шаг (ступень) устройства по емкости. Блоки общих операций, не определяющие емкость устройства, размещаются в отдельных панелях общих блоков. Набор емкости осуществляется путем присоединения индивидуальных панелей к панели общих блоков в соответствии с заданной емкостью устройства.

Комплекс устройств типа ТМ-300. Комплекс бесконтактных устройств ТМ-300 предназначен для обмена информацией между пунктом управления (ПУ) и контролируемыми пунктами (КП). С одним устройством ПУ может работать до 25 устройств КП. Система работает по двухпроводным физическим каналам связи радиальной структуры. Комплекс предназначен для выполнения следующих функций: телеуправление; телерегулирование «Больше» и «Меньше»; прием с КП информации о состоянии двухпозиционных объектов телесигнализации; передача телеизмерения текущих значений параметров; автоматический (через заданные промежутки времени) или ручной вызов диспетчером на печать телеизмерений интегральных значений параметров со всех КП; сигнализация выхода принимаемых параметров ТИТ за заданные пределы, автоматический (через заданные промежутки времени) или ручной вызов производственно-статистической информации (ПСИ); регистрацию информации ТИИ, ПСИ, ТС и параметров ТИТ, вышедших за пределы заданных уставок.

Устройство выполнено таким образом, что позволяет комплектовать его в любых сочетаниях по объему информации от любого числа КП. Данные по максимальному объему информации на один КП приведены в табл. 1.

Система обеспечивает непрерывный автоматический контроль исправности основных узлов аппаратуры КП и линий связи, а также автоматическую передачу информации ТС при изменении состояния любого из контролируемых объектов.

Время передачи одного сообщения ТС: в режиме без регистрации — не более 1 с; в режиме с регистрацией — не более 10 с. Время передачи одной команды ТУ или ТР не превышает 1 с.

Средняя скорость опроса датчиков ТИТ при отсутствии помех — 20 датчиков в секунду. Основная погрешность ТИТ при цифровом воспроизведении ±1,6%, при аналоговом воспроизведении ±2,5%.

Средняя скорость передачи информации ТИИ с учетом регистрации — один параметр в секунду. Для передачи сообщений ПСИ в системе используются пульты ручного ввода, устанавливаемые на КП. Средняя скорость передачи сообщений ПСИ с учетом регистрации — одно сообщение в секунду.

Каналы связи для системы телемеханики образуются либо выделением пар проводов в телефонных кабелях предприятия или городской сети, либо специально проложенной кабельной или воздушной линией.

Сопротивление линии связи между ПУ и каждым КП не должно превышать 3 кОм, а длина связи соответственно не должна превышать 15 км при работе по выделенной телефонной паре с сопротивлением 190 Ом/км и емкостью не более 0,05 мкФ/км.

Устройство рассчитано на использование в качестве датчиков ТС одного замыкающего или размыкающего контакта, коммутирующего ток до 50 мА при постоянном напряжении 24 В.

В устройстве ПУ предусмотрена возможность регистрации на бланке с помощью электроуправляемой машинки кода состояния соответствующей группы ТС (10 объектов) при изменении состояния одного из объектов этой группы.

Для передачи команды телеуправления на ПУ используются ключи с тремя переключающими контактами. Задание характера команды «Включить» («Больше»), «Отключить» («Меньше») осуществляется общими для ПУ кнопками «Включить» и «Отключить».

Для посылки команды на отмену режима ТР используется общая кнопка «Отмена ТР».

Допускается передача команды управления одновременно только одному объекту. При неправильном наборе адреса ТУ можно отменить приказ нажатием кнопки «Отмена ТУ».



Прекращение процесса регулирования осуществляется нажатием кнопки «Отмена ТР» и кнопки «Адрес КП».

Контакты выходных реле ТУ и ТР — Д на КП обеспечивают коммутацию нагрузки постоянного или переменного тока мощностью не более 500 В·А при напряжении от 24 до 220 В.

Устройство обеспечивает циклический опрос датчиков телеизмерения ТИТ со всех КП. При возникновении запроса на передачу с этого КП другого вида информации система переходит на передачу ТИТ следующих КП. Предусмотрена возможность перехода на опрос датчиков ТИТ с одного КП для возможности быстрого обновления информации с этого КП при регулировании. Система рассчитана на работу с датчиками ТИТ, имеющими на выходе:

унифицированный токовый сигнал 0—5 мА при сопротивлении нагрузки 0—2 кОм и пульсациях на выходе датчиков 0,2%;

унифицированный частотный сигнал 4—8 кГц при амплитудном значении напряжения не менее 1,2 В на сопротивлении 600 Ом.

Система обеспечивает воспроизведение параметров ТИТ в аналоговой или цифровой форме в абсолютных или относительных значениях измеряемых величин с возможностью одновременного вызова при цифровом воспроизведении до 9 параметров, а при аналоговом — до 40 параметров.

Система обеспечивает сигнализацию выхода задаваемых вручную на ПУ параметров ТИТ за заданные пределы индивидуально для каждого параметра. При этом обеспечивается регистрация отклонения параметров от заданных пределов на бланке с помощью электроуправляемой машинки.

Устройство обеспечивает последовательный вызов ТИИ автоматически от задатчика времени через 0,5; 1; 4; 8; 24 ч или по запросу диспетчера. Возможен также поочередный вызов ТИИ с какого-то одного КП диспетчером с выводом на приемный прибор.

Устройство рассчитано на работу с число-импульсными датчиками интегральных значений параметров, обеспечивающими коммутации постоянного напряжения 10 В при токе до 10 мА. Частота выходных импульсов (при замыкании контактов) не должна превышать 5 Гц

при длительности импульсов 100 мкс. Максимальная емкость интеграторов на КП 64 000 импульсов. Информация ТИИ регистрируется на бланке печатающей машинкой в абсолютных единицах с указанием времени приема информации и номера КП. В устройстве ТМ-300 очередность опроса о наличии заявок и передачи информации с КП определяется в соответствии с номером объекта в системе управления. Первые номера должны иметь КП, в наибольшей степени определяющие работу всего технологического комплекса.

Для реализации этого в ТМ-300 принят способ передачи информации, заключающийся в том, что адрес и информация передаются с КП в различных циклах работы устройства.

Система ТМ-300 выполнена на базе унифицированных конструкций и шкафов комплекса «Спектр». Шкафы одностороннего обслуживания имеют навесное и напольное исполнение. Аппаратура КП размещается в одном или двух таких шкафах. Аппаратура ПУ размещается в нескольких шкафах.

Назначение и взаимосвязь отдельных функциональных блоков, входящих в состав ПУ и КП комплекса ТМ-300, рассмотрены ниже при описании комплекса ТМ-301.

Комплекс устройств типа ТМ-301. Комплекс бесконтактных устройств типа ТМ-301 предназначен для диспетчеризации технологических процессов в различных отраслях промышленности. Существенным отличием этого комплекса от ТМ-300 является наличие узлов связи с вычислительным комплексом (ВК) М-6000 из серии агрегатных средств вычислительной техники (АСВТ). Это позволяет использовать ТМ-301, в том числе и в АСУЭ.

Комплекс предназначен для работы по выделенным двухпроводным линиям связи радиальной структуры между ПУ и любым числом КП (от 1 до 25). Комплекс ТМ-301 в пределах своей максимальной емкости может выполнять следующие функции:

телеуправление или телерегулирование (регулирование по принципу больше — меньше) двухпозиционными объектами от диспетчерского щита, пульта или от ВК;

вызов и прием с КП ТС о состоянии двухпозиционных объектов и передача этой информации в схемы световой и звуковой сигнализаций, а также в ВК;



вызов от пульта диспетчера или от ВК телеизмерений текущих значений параметров с выбранного КП и индикации абсолютных или относительных значений ТИТ в цифровой или аналоговой форме, а также ввода параметров ТИТ в ВК, при этом комплекс обеспечивает обнаружение и сигнализацию выхода принимаемых параметров ТИТ за заданные пределы;

автоматический (через заданные промежутки времени), ручной или от ВК вызов телеизмерений интегральных значений параметров с выбранного КП, цифровой индикации в абсолютных или относительных единицах параметров ТИИ и ввода их в ВК;

автоматический (через заданные промежутки времени), ручной или от ВК вызов информации (ПСИ) с выбранного КП, цифровой индикации сообщений ПСИ и ввода их в ВК;

передача на КП по сигналам от диспетчера или от ВК: служебных команд (СК) для включения световых табло на пультах операторов КП, кодовых команд (КК) уставок телерегуляторам;

цифро-буквенную регистрацию и перфорацию по заданной программе информации ТС, ТИТ, ТИИ, ПСИ, вышедших за пределы нормы.

Аппаратурная база (элементы системы «Спектр»), параметры входных и выходных цепей, линий связи, времени передачи сообщений и т. п. в устройстве ТМ-301 такие же, как и в ТМ-300.

Устройство ТМ-301 допускает работу с несколькими (от одного до трех) пультами диспетчеров. В комплект аппаратуры ПУ устройства входит так называемый «сервисный пульт». Этот пульт должен размещаться в аппаратной и предназначен для облегчения комплексной наладки ТМ-301, поиска неисправностей в устройствах приема и обработки информации, а также для задания всех режимов работы ТМ-301 за исключением ТУ и ТР.

На рис. 17 приведена структурная схема устройства ПУ ТМ-301. Основным узлом устройства является приемопередающий аппарат (*АПП-ПУ*), в состав которого входят: блок непрерывно работающего распределителя и синхронизатора передач, блок приема дискретной информации (телесигнализации), блоки адресно-линейных узлов и блок контроля.

Для приема информации ТС и подключения соответ-

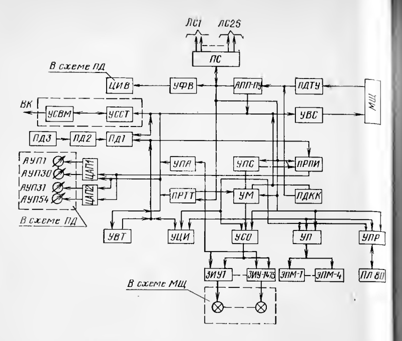



Рис. 17. Структурная схема ПУ устройства ТМ-301:

*АПП-ПУ* — аппарат приемопередающий пункта управления; *УВС* — устройство воспроизведения сигнализации; *ПРТТ*—приемник телеизмерения ТИТ; *ПДТУ*— передатчик телеуправления; *ПРПИ* — приемник периодической информации; *ПДКК* — передатчик кодовых команд; *УПС* — устройство програмно-синхронизирующее; *УМ* — устройство масштабирования; *УССТ* — устройство связи с системой телемеханики *УСВМ* — устройство связи с вычислительной машиной; *УВТ* — устройство выбора телеизмерений; *УСО* — устройство сигнализации отклонений; *УПА* — устройство программно-адресное; *УЦИ* — устройство цифровой индикации: *УП* — устройство печати; *УФВ* — устройство формирования времени; *ЦАП* — цифро-аналоговый преобразователь; *ЦИВ* — цифровой индикатор времени; *АУП* — аналоговый указательный прибор; *ПС* — пульт сервисный; *ЛС* — линия связи с КП; *УПР* — устройство перфорации; *МЩ* — диспетчерский мнемощит; *ПД* — диспетчерский пульт; *ЗИУ* — задатчик уставки ТИТ; *ЭПМ* — электрическая пишущая машинка; *ПЛ*-80 — перфоратор ленточный.

ствующей светосигнальной аппаратуры на мнемощите или пульте диспетчера используется устройство воспроизведения сигнализации (*УВС*), состоящее из различных блоков и субблоков сигнализации. Эти блоки и субблоки отличаются друг от друга объемом принимаемых и воспроизводимых ТС, а также способом отображения информации на мнемощите (световой или мимический щит).

Передатчик телеуправления (*ПДТУ*) предназначен для передачи с ПУ на любые КП команд ТУ или ТР.



Приемник периодической информации (*ПРПИ*) предназначен для приема телеизмерений интегральных значений параметров и статистической информации. Он состоит из блоков выбора, опроса и адресов периодической информации.

Передатчик кодовых команд (*ПДКК*) предназначен для организации передачи кодовых сообщений, *ПДКК* состоит из блоков набора информации, формирования кода и управления работой.

Приемник информации по телеизмерениям текущих значений параметров (*ПРТТ*) является общим для всех КП и обеспечивает поочередное преобразование значений ТИТ в девятиразрядный двоично-десятичный код, предназначенный для ввода в устройство и в ВК, обработки и воспроизведения телеизмерений. Индикация параметров ТИТ по выбору осуществляется с помощью индивидуальных ключей выбора через *УВТ*. Причем при индикации ТИТ на цифровых табло (*УЦИ*) первые четыре десятичных разряда определяют номер ТИТ, а непосредственно значение параметра — последующие три десятичных разряда.

Устройство сигнализации выхода параметров ТИТ за пределы уставок (*УСО*) обеспечивает контроль точности передатчика ТИТ на каждом КП и приемника на ПУ.

Контроль параметров осуществляется с помощью передачи с каждого КП специального тестового телеизмерения, которое сравнивается с задаваемыми на ПУ верхним и нижним допустимыми значениями параметра. Для воспроизведения или регистрации ТИТ и ТИИ в цифровой форме в абсолютных единицах используется устройство масштабирования (*УМ*), имеющее в своем составе блоки приема и выдачи информации, управления и контроля, выбора коэффициентов.

Устройство программно-синхронизирующее (*УПС*) предназначено для работы при необходимости цифровой индикации параметров ТИТ, ТИИ, ПСИ, цифровой регистрации ТИИ или ПСИ, а также для регистрации уставок параметров ТИТ. Устройство УПС состоит из блока операционных и синхронизирующих сигналов и блока организации режимов работы и контроля.

Задание и организация программ работы комплекса ТМ-301 осуществляются с помощью программно-адресного устройства (*УПА*).

Связь устройства ТМ-301 с ВК осуществляется с помощью устройства сопряжения УС-2К, которое обеспечивает двусторонний обмен информацией между ВК и ПУ устройства ТМ-301 в реальном масштабе времени при расстояниях от ПУ до ВК не более 2 км. Устройство УС-2К состоит из двух комплектов: устройства связи со средствами телемеханики (*УССТ*) и комплекта устройства связи с ВМ (*УСВМ*). Максимальное расстояние *УССТ* от ПУ не более 500 м, а максимальное расстояние УСВМ от ВК 10 м. Связь между *УССТ* и *УСВМ* может осуществляться обычным телефонным кабелем или кабелем с общим для всех жил экраном.

На рис. 18 приведена структурная схема устройства КП ТМ-301. Основной частью каждого КП является приемопередающий аппарат контролируемого пункта (*АПП-КП*), который предназначен для приемопередачи всех видов информации. В состав АПП-КП входят: блок приемопередачи, блок телесигнализации, блок питания.

Передатчик телеизмерений текущих значений параметров (*ПДТТ*) имеет пять модификаций в зависимости от количества подключенных к его входу токовых или частотных датчиков.

Приемник телеуправлений (*ПРТУ*) предназначен для приема с ПУ команд телеуправления двухпозиционного телерегулирования. Он включает в себя блок триггеров памяти и от одного до пяти выходных блоков ТУ — ТР.

Для передачи телеизмерений интегральных значений параметров используется передатчик интегральных телеизмерений (*ПДИТ*), который состоит из блока интегральных телеизмерений и от одного до восьми блоков интеграторов. Максимальная емкость интегратора составляет 64 000 импульсов. Устройство сигнализации времени простоя (*УСП*) оборудования предназначено для учета времени простоя с помощью интеграторов ТИИ. В состав *УСП* включены блоки задатчика времени и сигнализации простоя.

Для передачи производственно-статистических сообщений (любой информации, выраженной цифровым способом) используется передатчик *ПДСИ* и пульты ручного ввода (*ПРВ*). На КП может быть установлено до 15 пультов ручного ввода. Каждый *ПРВ* обеспечивает:

ручной набор с помощью клавиатуры и восьмираз-



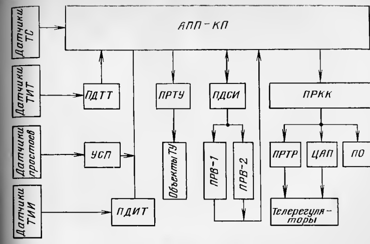



Рис. 18. Структурная схема КП устройства ТМ-301:

*АПП—КП* — аппарат приемопередающий контролируемого пункта; *ПРГУ* — приемник команд телеуправления; *ПДТТ* — передатчик телеизмерений текущих значений параметров; *ПДИТ* — передатчик телеизмерений интегральных значений параметров; *ПДСИ* — передатчик статистической информации; *УСП* — устройство сигнализации простоя с задатчиком времени; *ПРКК* — приемник кодовых команд; *ПРТР* — приемник телерегулирования; *ЦАП* — цифро-аналоговый преобразователь; *ПРВ* — пульт ручного ввода; *ПО* — пульт оператора КП.

рядного цифрового индикатора цифровых значений с запоминанием набранной информации в памяти *ПРВ* (максимальная емкость памяти *ПРВ* 120 десятичных разрядов);

запись цифровых сообщений в *ПРВ* в пределах максимальной емкости;

сброс цифрового значения, набранного на индикаторе *ПРВ*, при ошибочном наборе какого-либо разряда цифрового сообщения, без записи ошибочной информации в память *ПРВ*;

введение в цифровые сообщения служебных символов, характеризующих начало и конец сообщения;

сигнализацию режима набора, готовности *ПРВ* к выдаче информации по заявке от ТМ-301 и сигнализацию окончания режима считывания.

Приемник кодовых команд (*ПРКК*) предназначен для приема на КП от ВК или от диспетчера до 100 кодовых команд, в том числе до 29 уставок регуляторам, до 30 цифровых советов, при емкости каждого совета до четырех разрядов; до 40 служебных команд, обеспечивающих управление лампами подсветки табло. За-

дание уставок телерегуляторам может быть выдано либо в виде аналогового сигнала 0—5 мА постоянного тока, либо в виде восьмиразрядного двоичного кода с нагрузкой по каждому разряду до 150 мА, либо в виде команд «Больше» — «Меньше».

Комплекс устройств типа ТМ-320. Комплекс предназначен для систем диспетчеризации объектов промышленных предприятий, коммунального хозяйства и энергоснабжения городов и обеспечивает телесигнализацию состояния двухпозиционных объектов, телеуправление двухпозиционными объектами, телерегулирование по типу больше — меньше и телеизмерение текущих значений параметров по вызову.

При обмене информацией используется принцип временного разделения сигналов. Синхронная работа устройств ПУ и КП достигается посылкой с ПУ удлиненного синхронизирующего импульса. В интервале между передачей синхронизирующих импульсов синхронность устройства обеспечивается стабилизацией частоты кварцевых генераторов тактовых импульсов. Все виды передаваемой информации преобразуются в коды, которые передаются до их совпадения в двух или трех смежных циклах, чем достигается защита информации от помех в канале связи и от искажений при неисправности аппаратуры.

Устройства комплекса ТМ-320 выполняются на функциональных блоках агрегатных средств телемеханической техники АСТТ с применением интегральных микросхем. Конструктивной базой аппаратуры является система универсальных типовых конструкций УТК. Устройства комплекса строятся по агрегатному принципу с возможностью свободного выбора того или иного объема передаваемой информации в пределах полной емкости комплекса. Устройства КП независимо от объема информации конструктивно выполняются одинаково и отличаются числом функциональных блоков, устанавливаемых в соответствии с принятым объемом информации.

В процессе эксплуатации устройство может дополняться функциональными блоками АСТТ для расширения объема информации.

Устройства ПУ и КП соединяются двухпроводными радиальными линиями связи. К одному устройству ПУ могут быть подключены до 32 радиальных линий, к каждой линии могут присоединяться до трех устройств КП. При подключении к одной линии связи двух или трех устройств они соединяются в последовательную цепочку (транзитно).



Линии связи образуются выделением пары проводов в телефонном кабеле, который может содержать также цепи радиовещания и телефона. Допускается использование воздушных линий связи, причем в этом случае грозозащита устанавливается вне устройств комплекса. Сопротивление линии связи должно быть не более 3 кОм, емкость — не более 0,6 мкФ.

Линия связи, по которой передается телемеханическая информация, может быть использована для работы диспетчерских телефонов, установленных на ПУ и КП. Для вызова телефона со стороны ПУ выделяется одна команда ТУ для каждого КП; а для вызова со стороны КП — один телесигнал.

На время передачи телемеханической информации цепь соединения телефонов ПУ и КП автоматически прерывается и восстанавливается после завершения передачи информации. К комплексу подключаются телефоны со встроенными усилителями передаваемых и принимаемых сигналов, например типа ТАУ-04.

Телефоны питаются от источника устройства КП. При выходе КП из строя телефоны переключаются на питание от источников ПУ.

С каждого КП на ПУ может быть передана телесигнализация состояния до 56 двухпозиционных объектов (шаг модификации 8).

На каждый КП с ПУ могут быть переданы команды ТУ — ТР не более чем 48 объектам (шаг модификации 8). При подключении к одной линии связи двух или трех КП суммарное число объектов ТУ и ТР на них не должно превышать 48. С каждого КП может передаваться либо одно ТИТ постоянно, либо ряд ТИТ по вызову. При подключении одного ТИТ постоянно телеизмерения по вызову с этого КП не передаются. Число ТИТ по вызову определяется числом команд ТУ, выделенных для подключения датчиков ТИТ. Двухпозиционная команда ТУ для одного объекта может обеспечивать подключение двух датчиков.

Телесигнализация передается автоматически при любом изменении состояния контролируемых объектов на любом КП или по вызову с ПУ. В последнем случае

передается состояние всех объектов вызванного КП. Информация ТС воспроизводится по схеме мимического щита. В качестве выходных элементов сигнализации должны использоваться лампы накаливания на ток до 75 мА, подключенные к внешнему источнику постоянного напряжения до 60 В.

Для управления исполнительными механизмами на КП устанавливаются выходные реле ТУ — ТР. Ток нагрузки в выходных цепях этих реле не должен превышать 4 А при напряжении до 220 В. Выходные реле ТУ — ТР используются при вызове ТИТ для коммутации датчиков.

Цепь управления исполнительным механизмом замыкается на время от 1 до 3 с, в режиме ТР и вызова ТИТ — до поступления команды «Отмена ТР (ТИТ)» или до передачи новой команды ТУ, ТР или вызова ТИТ.

Комплекс ТМ-320 обеспечивает передачу ТИТ от датчиков с выходными сигналами в виде постоянного тока 0—5 мА, 0—20 мА или постоянного напряжения 0—10 В при пульсации выходного сигнала не более 0,2% от номинального значения. Погрешность ТИТ 1% без учета погрешности датчика и указывающего прибора.

Значения телеизмеряемых параметров воспроизводятся на ПУ аналоговыми приборами, не входящими в состав комплекса. Комплекс ТМ-320 позволяет передавать одновременно не более одного ТИТ с каждого КП при общем числе одновременно воспроизводимых значений, не превышающем 10.

Время передачи информации (для одного объекта) ТС, ТИТ и команд ТУ и ТР не превышает 0,5 с.

Комплекс ТМ-320 обеспечивает автоматическую сигнализацию при обрыве или коротком замыкании линии связи и неисправности устройств КП и ПУ. Неисправная линия связи может быть отключена на ПУ индивидуальным ключом. При отключении линии связи комплекс обеспечивает выдачу сигнала аварии.

Комплекс ТМ-320 нормально работает при изменении температуры окружающего воздуха от —30 до +50° С на КП и от +1 до +50° С на ПУ. В атмосфере, в которой устанавливается аппаратура, не должны содержаться вредные примеси, вызывающие коррозию и разрушающие изоляцию. Влажность воздуха не должна превышать 80% при температуре +35° С.



Техническую основу комплекса ТМ-320 составляют функциональные блоки агрегатной системы средств телемеханики АСТТ, построенные на интегральных микросхемах. Сущность интегральных схем заключается в том, что в одном блоке или устройстве объединяются несколько функциональных устройств (генератор импульсов, усилитель и т. п.). Каждый блок или узел АСТТ выполняет законченную и определенную функцию, характерную для устройства телемеханики. Питание комплекса ТМ-320 осуществляется стабилизированным постоянным напряжением от источника питания ГН-02, который подключается к сети 50 Гц, напряжением 220 В (+10%, —15%) при полной нагрузке потребляемая из сети мощность не более 130 В·А.

Блок питания содержит стабилизатор напряжением 27 В и четыре стабилизатора различной мощности с выходными напряжениями 12 и 12,6 В. Гальваническая развязка по выходу всех стабилизаторов позволяет путем соответствующих соединений на выходе получать стабилизированные напряжения 24 и 36 В.

Конструктивно устройство ТМ-320 выполнено в виде отдельных функциональных узлов и блоков. Рассмотрим некоторые из них. Структурная схема ПУ приведена на рис. 19, а КП — на рис. 20.

Узел ИК-04 представляет собой распределитель импульсов и предназначен для выдачи разделенных во времени тактовых сигналов по отдельным шинам. Узел рассчитан на 44 выходных сигнала при 22 тактах в одном цикле работы распределителя. Распределитель содержит по одному триггеру и по два элемента совпадения для каждого из тактов. Управляющие импульсы от однотактного источника поступают на триггеры распределителя через элементы совпадения. Распределитель собран по кольцевой схеме. После завершения каждого цикла работы автоматически начинается новый цикл работы. На первых выходах триггера распределителя образуются сигналы синхронно с тактовыми сигналами от генератора, а на других выходах образуются сигналы в паузах между сигналами генератора.

Работа распределителя основана на последовательном переключении триггеров при поступлении каждого тактового импульса. Сигналы от ячеек распределителя используются для синхронизации работы всех блоков

устройства, для формирования последовательного кода и для разделения во времени логических операций.

На рис. 21 показан один цикл распределителя, состоящий из 22 тактов. Границы тактов показаны вертикальными линиями. Верхняя часть диаграммы относится к ПУ, нижняя линия — к КП.

Для наглядности сигналы распределителя и информационные сигналы на рис. 21 не показаны. Информа-

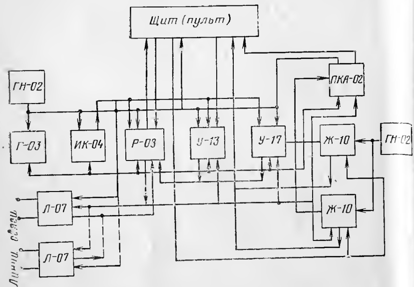



Рис. 19. Структурная схема ПУ устройства ТМ-320.

ционные сигналы передаются в первых половинах такта, длительность информационных сигналов равна половине длительности такта.

Для передачи синхроимпульса (*СИ*) выделяются такты *1* и *2*. Длительность *СИ* равна полутора тактам, так что длительность паузы между *СИ* и сигналом, передаваемым на третьем такте, равна длительности информационных сигналов. Такт *3* на ПУ и КП выделен для передачи сигнала-квитанции, определяющей завершение приема переданной информации. На *4* такте передается признак разрешения передачи ТС. На *5*—*8* тактах при передаче команды ТУ (ТР) передается код-функциональный адрес (*ФА*), а на *9*—*12* тактах —



код номера группы. Такт *13* — защитный, на нем передается сигнал для контроля кода, переданного на *5*—*12* тактах. На *14*—*21* тактах передается в режиме телеуправления номер объекта, которому передается команда. Для защиты кода, переданного на тактах *14*—*21*, используется *22* такт.

На контролируемом пункте такты *1* и *2* для передачи не используются. На *3* такте передается сигнал-кви-

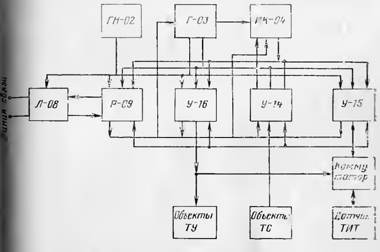



Рис. 20. Структурная схема КП устройства ТМ-320.

танция, подтверждающий правильность приема информации, поступившей с ПУ. При передаче ТС и ТИТ код состояния объектов и значение параметра передаются на *14*—*21* тактах, код номера группы ТС — на *9*—*12* тактах. Признаки передачи ТУ, ТИТ формируются на *7* и *8* тактах. Такты *5* и *6* используются при установке двух и трех КП на одном радиусе.

Блок Р-08 предназначен для передачи на КП синхроимпульсов, устанавливающих распределитель выбранного КП в соответствии с позицией распределителя ПУ; выдачи сигналов управления блоками-источниками и блоками-приемниками информации; формирования сигналов для передачи через линейные узлы в линии связи выбранных КП; формирования сигналов контрольного вызова ТС и отмены ТР (вызова ТИТ); обнаружения требований связи и неисправности аппара-

туры КП и канала связи; формирования общих сигналов неисправности.

Блок Р-09 предназначен для задания режима работы КП. Основными функциями блока являются: прием с линейного узла синхронизирующего импульса, поступающего с ПУ, и выдача сигналов для установки распределителя КП в соответствии с состоянием распределителя ПУ; выдача сигналов управления блоками-ис-

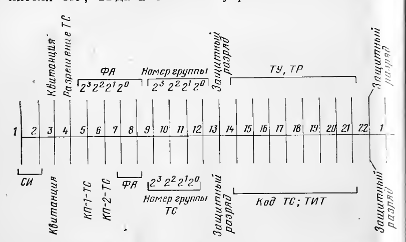



Рис. 21. Диаграмма работы распределителя устройства ТМ-320.

точниками и блоками-приемниками информации; формирование сигналов для передачи через линейный узел в линию связи.

Узел Г-03 представляет собой генератор тактовых импульсов. Конструктивно узел Г-03 выполнен в виде отдельного субблока.

Блок ПКА-02 предназначен для преобразования параметров телеизмеряемых величин в аналоговые сигналы 0—5 мА.

Узел Л-07 — линейный узел ПУ. Количество узлов Л-07 на ПУ определяется количеством радиальных линий связи с КП. Узел Л-08 — линейный узел КП. Узел выполнен в виде отдельного субблока.

Блок Ж-10 предназначен для управления элементами сигнализации (лампы сигнализации), расположенными вне устройства ТМ-320. Блок рассчитан на восемь объектов ТС.



Блок У-13 предназначен для передачи команд телеуправления на ПУ.

Узел У-14 предназначен для получения и запоминания информации о состоянии контролируемых объектов.

Блок У-15 предназначен для преобразования аналоговых сигналов от датчиков ТИТ в двоичный код, запоминания этого кода и для контроля правильности переданного кода на ПУ.

Блок У-16 предназначен для передачи команд ТУ на объекте и контроля искажения в принятых на КП командах ТУ.

Блок У-17 предназначен для приема и контроля достоверности принимаемой информации на ПУ.

Комплекс устройств типа ТМ-310. Комплекс бесконтактных устройств телемеханики типа ТМ-310 является дальнейшим развитием комплекса ТМ-320. Отличительными особенностями ТМ-310 являются: наличие узла связи с вычислительной машиной (ВМ) из серии агрегатных средств вычислительной техники (АСВТ), возможность выполнения бо́льших телемеханических функций. Благодаря этому ТМ-310 может быть использовано для АСУ на промышленных предприятиях. Устройство предназначено для работы по радиальным линиям связи одного ПУ с любым количеством КП (от 1 до 99). Максимальная емкость по передаваемой телемеханической информации из расчета на один КП приведена в табл. 1.

Комплекс ТМ-310 служит для выполнения следующих функций:

передачи с ПУ на КП по командам от ВМ или от диспетчера вызова ТИТ; ТИИ, ТС;

передачи с ПУ на КП от ВМ команд ТУ и кодовых команд (КК), ТР;

передачи с ПУ на КП от ВМ производственно-статистической информации (ПСИ);

передачи с ПУ на КП по сигналам от диспетчера команд ТУ, двухпозиционного ТР и служебных команд (СК);

приема с КП и ввода в ВМ информации ТС, ТИТ, ТИИ, ПСИ;

приема с КП и выдачи на щит или пульт диспетчера ТС;

приема с КП и индикации абсолютных значений параметров ТИТ в аналоговой форме;

приема с КП ТИИ и воспроизведение их в цифровой форме;

приема с КП ПСИ и регистрации ее на ленте перфоратора или на экране дисплея (электронно-лучевой трубки);

ввода любой информации в устройство обработки для ее масштабирования, цифровой индикации, регистрации, сигнализации отклонений от нормы;

передачи в линию связи постоянного контрольного тока аварийного сигнала, не зависящего от наличия питания на КП.

В устройстве ТМ-310 ПУ рассчитаны для работы в помещениях с нормальной средой при температуре от +5 до 50° С и относительной влажности до 80%, а КП — при температуре от —30 до +50° С и относительной влажности до 95%. Напряжение питания —220 В, +10, —15%, переменного тока, частотой 50 Гц, ±1 Гц. Выходные реле ТУ и ТР обеспечивают коммутацию индуктивной нагрузки до 20 В·А. Длительно допустимый ток контактов выходных реле до 4 А при напряжении до 220 В. Время удержания команд ТУ — до 3 с, а команд ТР до поступления с ПУ команды отмены ТР или новой команды ТУ (ТР).

В качестве датчиков ТС для данного устройства могут применяться любые датчики с замыкающими или размыкающими контактами. Удаление датчиков ТС от аппаратуры КП до 100 м, при сопротивлении соединительного шлейфа до 2 кОм.

Выходные бесконтактные элементы ТС на ПУ обеспечивают возможность подключения нагрузки до 0,085 А при напряжении до 60 В.

Датчиками ТИТ для ТМ-310 могут служить любые измерительные преобразователи, имеющие выходные сигналы либо в виде постоянного тока (0—5 или 0—20 мА), либо постоянного напряжения (0—10 В). Связь КП с датчиками ТИТ выполняется симметричными парами. Сопротивление соединительного шлейфа для токовых датчиков — до 100 Ом, для датчиков напряжения — до 2 Ом. Точность воспроизведения ТИТ аналоговыми приборами ±1%. Ввод ТИТ в ВМ обеспечивается с погрешностью ±0,6%.

В качестве датчиков ТИИ в устройстве используются датчики с число-импульсным выходным сигналом. Максимальная частота следования импульсов 5 Гц, ток нагрузки до 10 мА; напряжение —12 В. Емкость одного ТИИ не должна превышать $2^{16}$—1 импульсов. Связь между датчиками ТИИ и КП выполняется симметричными парами сопротивлением до 100 Ом, протяженностью до 1000 м.



Источником ПСИ на КП является перфолента или дисплей, на ПУ — ВМ и дисплей. Приемниками ПСИ на ПУ являются перфоратор, дисплей, ВМ; на КП — перфоратор и дисплей. Число КП, от которых может поступать ПСИ до 15. С ПУ ПСИ может передаваться на любой из 99 КП. Приемниками СК на КП являются лампы-подсветки табло. Источником СК на ПУ являются кнопки, расположенные на диспетчерском пульте.

Источником кодовых команд (КК) задания уставок регуляторам является ВМ. Кодовые команды могут выводиться в виде сигнала постоянного тока 0—5 мА или восьмиразрядного кода. Среднее время передачи одного ТС, ТУ, ТР, СК или КК — до 0,5 с. Средняя скорость передачи ТИТ до 20 измерений в секунду, ТИИ — до 5 параметров в секунду, ПСИ — до 10 знаков в секунду. Конструктивной базой ТМ-310 является система унифицированных конструкций УТК от ОСТ 25.71—71, ОСТ 2554—74.

Структурная схема ПУ устройства ТМ-310 показана на рис. 22, а КП — на рис. 23.

Назначение, функции и исполнение следующих узлов и блоков устройства ТМ-310: ИК-04, Г-03, ПКА-02, Ж-10, У-13, У-14, У-16, Л-08 — такие же, как и для аналогичных в устройстве ТМ-320.

В устройстве ТМ-310, также как и в ТМ-320, принято временное разделение сигналов. Для образования временных каналов используются распределители (узел ИК-04), установленные на ПУ и всех КП. Распределители работают циклически. Каждый цикл распределителя включает в себя 22 такта, длительность которых определяется частотой тактовых импульсов, вырабатываемых соответствующим генератором (узел Г-03). Назначение остальных узлов ясно из рис. 22 и 23.

*Промышленные системы телеизмерения и измерительные преобразователи.* Системы телеизмерения предназначены для передачи на расстояние значений различных электрических и неэлектрических параметров.

К электрическим параметрам в системах энергоснабжения предприятий относятся: значения переменного

Рис. 22. Структурная схема ПУ устройства ТМ-310

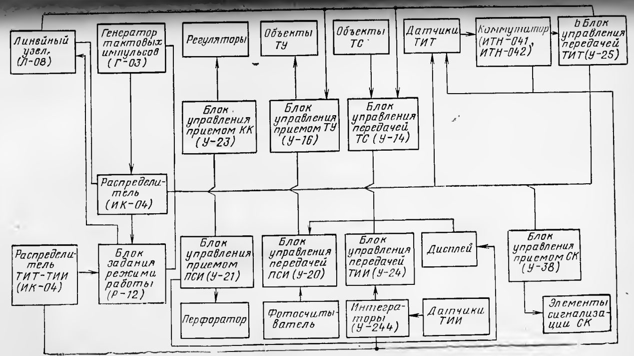



Рис. 23. Структурная схема КП устройства ТМ-310.

тока и напряжения, постоянного тока и напряжения, активная и реактивная мощность, активная и реактивная энергия, частота переменного тока.

К неэлектрическим параметрам относятся: температура, давление контролируемой среды, мгновенные и интегральные значения расходов жидкостей и газов, уровень жидкостей и др.

Телеизмерение представляет собой разновидность дистанционного измерения, при котором передача значения измеряемой величины осуществляется не непосредственно, а путем преобразования этой величины в другую вспомогательную величину, более удобную для передачи по каналу связи на значительные расстояния, и последующего преобразования этой вспомогательной величины для возможности вывода на указательный или регистрирующий прибор, а также на устройства последующей обработки телеизмерительной информации (перфокарты, перфоленты, ВМ и т. п.). На рис. 24 показана в общем виде структурная схема телеизмерения. Датчик представляет собой чувствительный элемент, непосредственно реагирующий на изменения контролируемого параметра или осуществляющий его измерение. В случае телеизмерения электрических параметров такими датчиками являются измерительные трансформаторы тока и напряжения. Для неэлектрических величин такими датчиками являются термопары, терморезисторы — для измерения температуры; чувствительные мембраны, сильфоны и тому подобные элементы приборов для измерения давления, расхода; поплавки, электроды и т. п. — для измерения уровня. Измерительный преобразователь предназначен для преобразования измеренной датчиком величины в пропорциональный ей электрический сигнал.

Для телеизмерения ряда неэлектрических параметров используются датчики со встроенными измерительными преобразователями. Серийно выпускаемые в настоящее время измерительные преобразователи в основном на выходе имеют унифицированные сигналы ГСП: постоянного тока 0—5 или 0—20 мА, постоянного напряжения 0—10 В или 0—20 В, частоты 4—8 кГц. Однако наряду с этим некоторые преобразователи, особенно для неэлектрических параметров, имеют на выходе сигналы: 0—1; 0—2 В переменного тока частотой 50 Гц, 0—1 мА постоянного тока и др.



Выходные электрические сигналы ГСП по своим параметрам в условиях промышленных предприятий являются достаточными для передачи их по линиям связи к приемному прибору. Поэтому при телеизмерениях по отдельным линиям связи (постоянные ТИ или ТИ по вызову) дополнительных преобразований не требуется. В случаях же ТИ с использованием комплексных устройств телемеханики, таких, как ТМ-300, ТМ-301, ТМ-310 и ТМ-320, где передача всей телемеханической

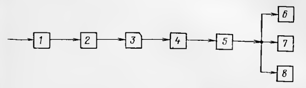



Рис. 24. Структурная схема системы измерения.

1 — датчик; 2 — измерительный преобразователь; 3 — передающий телеизмерительный преобразователь; 4 — канал связи; 5 — приемный телеизмерительный преобразователь; 6 — выходной измерительный прибор; 7 — выходной регистрирующий прибор; 8 — устройство обработкн телеизмерения.

информации между КП и ПУ осуществляется по общему каналу связи, необходимо дополнительное преобразование сигнала в определенный код, характерный для данного устройства. В соответствии с этим на приемной стороне необходимо преобразовать полученный код в электрический сигнал, удобный для воспроизведения на аналоговом или цифровом показывающем приборе, на регистрирующем приборе или для ввода в устройство дальнейшей обработки информации.

Указанные передающие и приемные телеизмерительные преобразователи являются составной частью комплексных устройств телемеханики.

Рассмотренная структурная схема телеизмерения при ее практических реализациях может иметь различные дополнительные элементы. Так, например, при ТИ интегральных значений параметров небходимо применять преобразователи измеряемой непрерывной величины в импульсы тока, при ТИ на большие расстояния, где в качестве каналов связи используются не выделенные телефонные пары, а уплотненные каналы, применяются частотные преобразователи, при необходимости передачи с КП на ДП суммарных значений ряда параметров или суммирования на ДП одноименных параметров, ТИ

которых поступает от нескольких КП, применяются сумматоры и т. д.

Из промышленных систем телеизмерения широкое применение в энергоснабжении промышленных предприятий для ТИ электрических параметров нашли системы интенсивности, использующие измерительные преобразователи тока (ВПТ-2 и ВПТ-4), напряжения (ВПН-2, ВПН-4), активной и реактивной мощности (ВАПИ, ВРПИ, СВПА, СВПР), а также частотные системы ТНЧ-2, ТНЧ-4, выпускавшиеся заводом «Электропульт» (г. Ленинград). В настоящее время эти системы с производства сняты. Читателю, желающему познакомиться с принципами работы указанных систем ТИ, можно рекомендовать [1, 6, 7].

Заводами электропромышленности освоен выпуск аппаратуры для преобразования различных электрических параметров (ток, напряжение, активная и реактивная мощность, сопротивление изоляции и частота) в унифицированную выходную величину — постоянный ток 0—5 мА или напряжение постоянного тока 0—10 В. Основные технические данные таких преобразователей приведены в табл. 2.

Для телеизмерения электрической энергии и передачи показаний счетчика на диспетчерский пункт применяются счетчики активной и реактивной энергии с датчиками импульсов. Электрические трехфазные счетчики с датчиками импульсов представляют собой электроизмерительные приборы индукционной системы для учета энергии трехфазного тока 50 Гц, имеющие встроенный телемеханический датчик импульсов. Последний предназначен для преобразования показаний счетного механизма счетчика в электрические импульсы постоянного тока и передачи их на расстояние.

Заводами электропромышленности выпускаются счетчики с датчиками импульсов, применяемые для телеизмерения расхода энергии.

Датчик импульсов (рис. 25) представляет собой генератор с обратной связью, управляемой диском счетного механизма счетчика. Схема датчика выполнена на полупроводниковых приборах.

Генератор с самовозбуждением, с частотой генерации 30—40 Гц собран на транзисторе ($T$) и ферритовом трансформаторе ($Tp$). Магнитопровод трансформатора разрезан пополам. В прорези вращается латунный диск,



имеющий два диаметрально расположенных выреза. При нахождении выреза диска в прорези генератор возбужден и по линии связи протекает ток 10 мА. При выходе выреза диска из прорези генерация прекращается, а ток в линии связи не превышает 0,8 мА. Генератор работает как ключ, обеспечивающий коммутацию

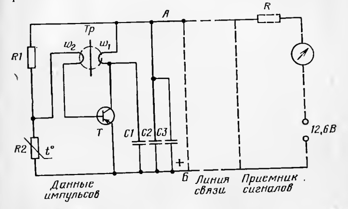



Рис. 25. Принципиальная схема датчика импульсов, встроенного в счетчики активной и реактивной электроэнергии.

цепи источника постоянного напряжения 12,6 В$\pm$10%.

Значение одного импульса датчика равно изменению на одну единицу последней цифры счетчика.

Передача сигналов осуществляется по самостоятельной двухпроводной линии связи.

Источник питания подключается со стороны подключения приемника, причем приемник сигналов и источник питания соединены последовательно.

Приемником сигналов от датчиков импульсов может быть электромеханический счетчик импульсов, телемеханическое устройство или входные устройства вычислительной машины.

На предприятиях ТИ неэлектрических параметров (температура, давление, расход, уровень и т. п.) осуществляется с помощью систем, построенных на измерительных элементах (датчиках) этих величин, имеющих электрический выходной сигнал, преобразователях, имеющих на выходе унифицированные сигналы ГСП и допускающих подключение нагрузки до 3 кОм, и приемных измерительных приборах.

Таблица 2. **Технические данные измерительных преобразователей (ИП) электрических параметров**

| Тип ИП | Наименование | Основная погрешность, % | Входные величины | Размеры, мм | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|
| Е-708 | ИП переменного тока | ±1,0 | 0—1 А; 0—5 А | 255×185×115 | 3,0 |
| Е-741 | | ±1,0 | 0—1 А; 0—5 А; 1—10 А | 335×185×150 | 6,0 |
| Е-727м | ИП постоянного тока | ±1,0 | От шунта 0,75 мВ | 325×245×145 | 6,5 |
| Е-743 | | ±1,0 | От шунта 0,75 мВ | 385×225×180 | 12 |
| Е-740 | ИП переменного напряжения | ±1,0 | 0—150 В | 335×185×150 | 7,0 |
| Е-722 | | ±1,0 | 0—130 В; 50 Гц | 255×185×115 | 3,5 |
| Е-800/1 | | ±0,5 | 0—130 В; 50 Гц | 255×185×115 | 6 |
| Е-800/2 | | ±1,0 | 80—120 В, 50 Гц | 255×185×115 | 6 |
| Е-714м с Р-724 | ИП постоянного напряжения | ±1,0 | 0—300; 0—450; 0—600; 0—750; 0—1000 В | 325×245×145 | 5,5 |
| Е-742 | | ±1,0 | 0—1500 В | 385×225×180 | 10 |
| Е-720м с Е-726м | ИП сопротивления сети переменного тока | ±1,0 | 0—200 кОм; 0—1 МОм | 325×245×145 | 5,5; 6,5 |
| Е-745 | | ±1,0 | 0—1 МОм | 385×225×180 | 12 |
| Е-713м с Е-723м | ИП частоты | ±2,5 | 47—52 Гц<br>45—55 Гц | 325×245×145<br>255×185×115 | 6,5<br>3,5 |
| Е-744 | | ±2,5 | 45—55 Гц | 385×225×180 | 12 |

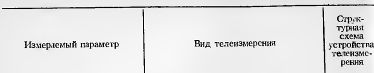


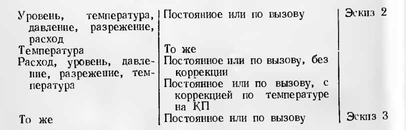
*Продолжение табл. 2*

| Тип ИП | Наименование | Основная погрешность, % | Входные величины | Размеры, мм | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|
| Е-728Н/1 | ИП активной мощности трехфазной сети переменного тока | ±1,0 | 0—5 А; 80—120 В | 180×180×200 | 7,0 |
| Е-728У/1 | | ±1,0 | 0—2,5 А; 80—120 В | 200×200×200 | 7,0 |
| Е-728Н/2 | | ±0,5 | 0—5 А; 80—120 В | 180×180×200 | 7,0 |
| Е-728У/2 | | ±0,5 | 0—2,5 А; 80—120 В | 200×200×200 | 7,0 |
| Е-746 | | ±1,5 | 0—1 А; 0—5 А, 120—150 В | 385×225×180 | 12 |
| Е-738/1 | | ±1,0 | 0—2,5 А, 0—3,75 А, 0—5 А 95—115 В | 225×215×210 | 6,0 |
| Е-738/2 | | ±0,5 | | | |
| Е-729Н/1 | ИП реактивной мощности трехфазной сети переменного тока | ±1,0 | 0—5 А, 80—120 В | 180×180×200 | 7,0 |
| Е-729/1 | | ±1,0 | 0—2,5 А, 80—120 В | 200×200×200 | 7,0 |
| Е-729Н/2 | | ±1,0 | 0—5 А, 80—120 В | 180×180×200 | 7,0 |
| Е-729У/2 | | ±1,0 | 0—2,5 В, 80—120 В | 200×200×200 | 7,0 |
| Е-747 | | ±1,5 | 0—1 А; 0—5 А; 102—150 В | 385×225×180 | 12 |
| Е-739/1 | | ±1,0 | 0—2,5 А, 0—3,75 А, 0—5 А | 225×215×210 | 6,0 |
| Е-739/2 | | ±1,0 | 95—115 В | | |

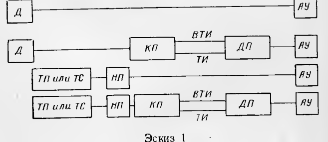
Примечание: Преобразователи типов Е-740—Е-747 предназначены для работы в загрязненной атмосфере повышенной влажности.

Таблица 3. **Телеизмерения неэлектрических параметров**





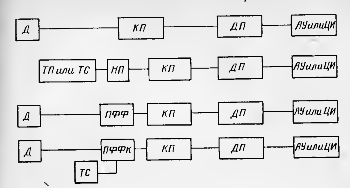
| Измеряемый параметр | Вид телеизмерения | Структурная схема устройства телеизмерения |
|---|---|---|
| **Телеизмерение текущих параметров по выделенной линии связи** | | |
| Уровень, температура, давление, расход | Постоянное<br>По вызову | Эскиз 1 |
| Температура | Постоянное<br>По вызову | |
| **Телеизмерение текущих значений параметров с помощью комплектных устройств телемеханики** | | |
| Уровень, температура, давление, разрежение, расход | Постоянное или по вызову | Эскиз 2 |
| Температура | То же | |
| Расход, уровень, давление, разрежение, температура | Постоянное или по вызову, без коррекции<br>Постоянное или по вызову, с коррекцией по температуре на КП | |
| То же | Постоянное или по вызову | Эскиз 3 |
| **Телеизмерение интегральных значений параметров** | | |
| Расход интегральный (суммарный) | Периодическое без коррекции<br>Периодическое с коррекцией по температуре на КП<br>Периодическое с коррекцией по температуре и давлению на ДП | Эскиз 4 |




Эскиз 1



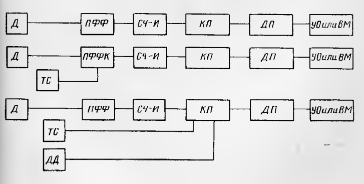





Эскиз 2




Эскиз 3




Эскиз 4

В некоторых случаях датчики изготовляются со встроенными преобразователями и на выходе имеют необходимый сигнал.

В качестве каналов ТИ используются выделенные проводные линии или устройства телемеханики типов ТМ-300, ТМ-301, ТМ-310 и другие, обеспечивающие передачу сигнала ГСП с помощью кодоимпульсных преобразователей с последующей дешифровкой их на диспетчерском пункте.

Структурные схемы систем ТИ неэлектрических величин приведены в табл. 3. В таблице приняты следующие обозначения: *Д* — датчик со встроенным преобразователем; (общее обозначение); *ДД* — датчик давления; *ТП* — термопара; *ТС* — термометр сопротивления; *АУ* — аналоговый указатель (приемный прибор М1730, ТМА-5 и др.); *ЦИ* — цифровой индикатор (проекционное таблс ПТ-2М и др.); *НП* — нормирующий преобразователь (КП — ТЛ, КП — СЛ, ПТ — ТС, ПТ — ТП и др.); *СЧ — И* — сумматор частотный с импульсным выходом; *ППФ, ПФФК* — преобразователь ферродинамический функциональный; *ВФС, ВФК* — вторичные приборы с ферродинамическим компенсатором; *УО* — устройство обработки информации (электроуправляемая печатающая машинка, перфоратор и т. д.); *ВМ* — вычислительная машина; *КП* — устройство контролируемого пункта телемеханического комплекса; *ДП* — устройство диспетчерского пункта или пункта управления телемеханического комплекса; *ВТИ* — вызов телеизмерения; *ТИ* — телеизмерение. Сопротивление нагрузки для схем с датчиками, имеющими встроенные преобразователи, 1 — 3 кОм (в зависимости от типа датчика). Сопротивление нагрузки систем, использующих преобразователи, встроенные в телемеханические устройства, 3 кОм.

## 4. Диспетчерские пункты энергоснабжения промышленных предприятий

*Помещение диспетчерских пунктов.* Выбор местоположения ДП. При выборе местоположения ДП системы энергоснабжения учитывается специфика работы предприятия, расположение КП и сооружений связи, возможность сокращения и упрощения кабельных коммуникаций и другие факторы.



Желательно, чтобы расстояния между ДП и КП были минимальными, что особенно существенно для повышения точности телеизмерений, а также в случаях, когда аварийные бригады размещаются непосредственно при диспетчерском пункте. Для сокращения длины коммуникаций между ДП и КП желательно диспетчерский пункт поместить вблизи АТС предприятия.

В целях упрощения кабельных коммуникаций и строительной части рекомендуется размещать помещения ДП в первых этажах здания. Наиболее целесообразным является сооружение нового здания (помещения) специально для ДП. При сооружении специального здания для ДП наиболее рациональным для мелких предприятий является создание единого ДП с общим щитом управления для нескольких систем энергоснабжения, а для крупных предприятий с развитыми системами энергоснабжения — размещение в одном здании нескольких самостоятельных пунктов управления отдельными системами и совмещение при этом аппаратной и вспомогательных помещений (ремонтных мастерских лабораторий и др.). В этом случае возможно наличие также общих питающих вводов, выпрямительных устройств и т. п.

В случае невозможности сооружения специального здания для ДП последний может быть размещен в каком-либо существующем помещении, отвечающем изложенным выше требованиям, например в здании, в котором расположены соответствующие административные службы или на сооружении контролируемой системы.

Требования к строительной части. Диспетчерский пункт имеет следующие помещения: диспетчерскую; аппаратную; помещения для ремонтных бригад, если они размещаются в этом здании; вспомогательные служебные помещения (кладовая, санузел, комната отдыха и т. п.); мастерскую для мелкого ремонта телемеханической аппаратуры. С мастерской может быть совмещена лаборатория для испытания, наладки и тренировки телемеханических устройств.

Если ДП расположен в одном здании с другими службами, вспомогательные помещения ДП и других служб должны быть максимально совмещены.

Для зданий, помещений и перекрытий диспетчерских пунктов допускается вторая степень огнестойкости по противопожарным требованиям (СНиП II-А.5-70).

Высота помещения диспетчерской (расстояние в свету от пола до низа прогона или балки) определяется в зависимости от высоты устанавливаемого диспетчерского щита так, чтобы от верхнего обрамления щита до балки было не менее 0,2 м. В помещении аппаратной высота должна быть не менее 3 м. Высота остальных помещений должна отвечать общестроительным нормам.

Полы и междуэтажные перекрытия рассчитываются на нагрузку не менее 4,0 МН/м². Требования необходимой прочности перекрытий распространяются не только на места намечаемой установки оборудования, но также на участки возможной транспортировки последнего.

Отделка помещений пунктов управления должна выполняться в соответствии с требованиями, указанными в табл. 4.

Таблица 4. **Требования к отделке помещений ДП**

| Помещение | Характеристика отделки помещений | | |
|---|---|---|---|
| | Потолок | Стена | Пол |
| Диспетчерская, аппаратная | Масляная краска (белая) | Масляная краска (светлые тона) | Деревянный паркет, линолеум, метлахская плитка |
| Мастерская | Побелка | Клеевая краска | Линолеум |
| Служебные помещения | Общестроительные требования | | |

Помещения ДП должны быть защищены от проникновения в них пыли и газов.

Помещение диспетчерской, как правило, обеспечивается естественным освещением. Искусственное освещение в помещении диспетчерской должно быть рассеянным и выполнено с помощью люминесцентных ламп. Желательно при этом использовать светильники, встроенные в конструкции потолка или плафоны с рассеивающим оргстеклом.

Компоновка оборудования. В помещении диспетчерской устанавливается диспетчерский щит с мнемосхемой контролируемой системы, оборудованный сигнальной, управляющей и квитирующей аппаратурой, и диспетчерский пульт. На пульте обычно располагают-



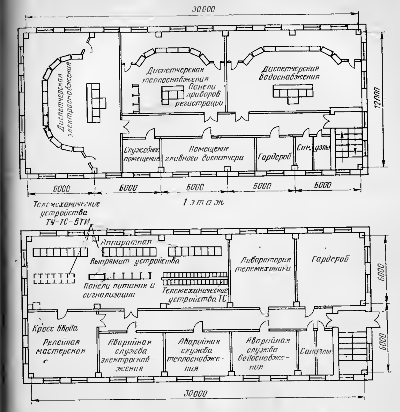



Рис. 26. Компоновка помещений и оборудования на ДП.

ся приемные измерительные приборы, аппаратура вызова телеизмерений и телерегулирования, кнопки съема сигналов, номераторы, а также телефонный коммутатор для связи с контролируемыми пунктами и другими абонентами.

В помещении аппаратной размещаются телемеханические устройства, релейные панели и панели питания, выпрямительные устройства, устройства связи.

При компоновке помещений диспетчерского пункта учитывается следующее.

Аппаратную рационально размещать возможно ближе от диспетчерского помещения с тем, чтобы длины

соединительных проводов между телемеханическими устройствами, щитом и пультом были минимальными. Аппаратную наиболее целесообразно располагать рядом с диспетчерским помещением (одноэтажное расположение). При двухэтажном расположении аппаратную желательно размещать непосредственно под диспетчерским помещением.

Диспетчерское помещение нежелательно размещать окнами на юг. Если же это по местным условиям неизбежно, окна должны быть матированы и зашторены (завешены светлыми шторами).

Если ДП размещается непосредственно на одном из сооружений контролируемой системы, например на крупной подстанции, щит управления этим объектом может быть совмещен с диспетчерским щитом, на котором располагается также мнемосхема данного сооружения. Управление аппаратами объекта, на котором расположен диспетчерский пункт, производится с диспетчерского щита по схеме дистанционного управления, причем операции диспетчера должны быть такими же, как при телемеханическом управлении объектами с этого щита.

В небольших ДП можно обойтись без специального помещения для аппаратной, располагая телемеханические устройства непосредственно за диспетчерским щитом.

Щит и пульт диспетчера должны быть расположены таким образом, чтобы диспетчер мог обозревать всю схему, изображенную на щите. Рекомендуемые расстояния в метрах между щитом и рабочим местом диспетчера, а также между оборудованием и строительными частями здания приведены ниже:

| | |
|---|---|
| Расстояние между стеной и щитами, шкафами, стативами с аппаратурой: | |
| рекомендуемое | 1,0 |
| минимальное | 0,8 |
| Проходы между стеной и торцами щитов, стативов, стоек | 0,6 |
| Проходы между двумя рядами щитов, шкафов или стоек с аппаратурой | 1,0—1,2 |
| Расстояние между щитом (пультом) и рабочим местом диспетчера: | |
| минимальное | 3,0 |
| максимальное | 6,0 |

Местное сужение проходов выступающими частями здания или оборудования сверх минимального расстояния не допускается. Расстояние между щитом (пультом)



и рабочим местом диспетчера выбирается из условий обозреваемости щита диспетчером, находящимся за пультом.

Пример компоновки оборудования на комплексном ДП энергоснабжения показан на рис. 26.

Питание ДП. Диспетчерские пункты по надежности питания обычно приравниваются к потребителям первой категории. Если же в контролируемой системе имеются телеуправляемые объекты, относящиеся по надежности питания к особой категории, то и ДП также относится к этой категории.

Питание телемеханических устройств на ДП осуществляется от источника переменного тока 380/220 В. Колебания напряжения в питающей сети не должны превышать значений, допустимых для нормальной работы выбранных телемеханических устройств. Питание телемеханических устройств, требующих постоянного тока, осуществляется через выпрямительные устройства. Резервирование питания на пункте управления должно быть предусмотрено от независимого источника переменного тока 380/220 В, причем для устройств, питающихся постоянным током, требуется резервное выпрямительное устройство.

Потребителями постоянного тока на ДП кроме телемеханических устройств являются сигнальные лампы и реле в общих схемах сигнализации и телеизмерения.

*Диспетчерские щиты и пульты.* Диспетчерские щиты. На ДП устанавливаются диспетчерские щиты, на которых воспроизводится мнемоническая схема контролируемой системы и устанавливается сигнальная аппаратура, а также аппаратура управления и квитирования поступающих сигналов.

Широкое распространение получили металлические диспетчерские щиты ЩД планшетного типа, у которых мнемонические схемы отдельных объектов и относящаяся к ним аппаратура размещаются на специальных планшетах, крепящихся на панелях щита.

В последние годы заводами освоено производство секционных диспетчерских щитов мозаичного типа. Панели щитов этого типа собираются из отдельных секций и соответственно могут иметь различную высоту. На промышленных предприятиях применяются мозаичные диспетчерские щиты заводов «Электропульт» и «Промавтоматика».

Секционные мозаичные щиты завода «Электропульт» типов ЩД-5 и ЩД-6 состоят из металлических секций каркасного типа, на которых закреплены перфорированные платы. В отверстиях этих плат крепятся съемные пластмассовые квадратные элементы размером 40×40 мм. На элементах укрепляются ключи управления и квитирования, лампы сигнализации и различные мнемознаки. Размеры и масса секционных щитов завода «Электропульт» приведены в табл. 5.

Таблица 5. **Установочные данные секционного щита с разборной схемой завода „Электропульт“**

| Тип щита | Ширина, мм | Высота, мм | Глубина, мм | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|
| ЩД-5 с мимическими символами | 1000 | 2480<br>3040<br>3600 | 410 | 100<br>120<br>140 |
| ЩД-6 со световыми символами | 1000 | 2480<br>3040<br>3600 | 830 | 155<br>175<br>195 |

Активное поле щитов, отводимое для размещения мнемонических схем, поднято над уровнем пола на 210 мм у щитов ЩД-5 и на 430 мм — у щитов ЩД-6. Панели щитов ЩД-5 и ЩД-6 могут быть повернуты на угол 155° относительно соседних панелей.

Диспетчерские щиты завода «Промавтоматика» выполняются также сборными из отдельных секций. Нижняя секция (немозаичная) служит для размещения диодов, резисторов, предохранителей и другой аппаратуры. Мозаичные секции имеют жесткую наборную решетку с ячейками для крепления мозаичных элементов. Шаг решетки может меняться на величину, кратную 20 мм, что позволяет встраивать в щит измерительные и другие приборы.

Мозаичный элемент представляет собой штампованную пластину из стали. В качестве основного принят мозаичный элемент размером 40×40 мм. Максимальная высота щита 3650 мм. Высота щита может быть уменьшена на высоту одной или нескольких секций. Размеры элементов этого щита указаны в табл. 6.

Секции щита могут быть установлены под углом 135° или 150° друг к другу. Угол поворота 135° приме-



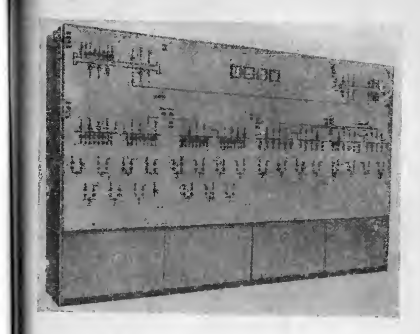


Рис. 27. Общий вид секционного диспетчерского щита мозаичного типа.

няется в тех случаях, когда линия фасада щита должна быть повернута на 90°.

Общий вид секционного щита мозаичного типа, выпускаемого заводом «Промавтоматика», показан на рис. 27.

Большим преимуществом мозаичных щитов является возможность легкой замены элементов при изменениях электрической или технологической схемы контролируемого объекта. Кроме того, они могут быть применены в помещениях высотой около 3 м.

Диспетчерские пульты. На диспетчерских пультах устанавливаются приборы телеизмерения, ключи вызова телеизмерений, кнопки съема сигналов, номераторы и телефонные коммутаторы. Пульты обычно применяются одноместные или двухместные.

Выпускавшиеся до последнего времени заводами «Электропульт» и «Промавтоматика» пульты были деревянными. Аппáратура управления и сигнализации

Таблица 6. **Установочные данные секционного щита завода „Промавтоматика“**

| Наименование | Ширина, мм | Высота, мм | Глубина, мм | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|
| Секция мозаичная | 1000 | 400 | 600 | 35 |
| | 1000 | 600 | 600 | 47 |
| Секция нижняя | 1000 | 650 | 600 | 45 |

устанавливались на этих пультах на специальных металлических планшетах.

С 1972 г. завод «Электропульт» выпускает металлические секционные пульты, построенные по секционно-блочному принципу. Эти пульты состоят из отдельных секций двух различных типов, из которых собираются одноместные и двухместные пульты.

Секция первого типа предназначена для размещения приемных измерительных приборов, командно-квитирующей аппаратуры и аппаратуры связи, а секция второго типа — для размещения измерительных приборов и оборудования рабочего места диспетчера. Секция первого типа состоит из приборной приставки, отсека для размещения планшетов с аппаратурой, тумбы для монтажа соединительной проводки и основания. Секция второго типа состоит из приборной приставки, столешницы, тумбы и основания. Установочные данные этих пультов приведены в табл. 7.

Таблица 7. **Установочные данные металлических пультов завода „Электропульт“**

| Тип пульта | Ширина, мм | Высота, мм | Глубина, мм | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|
| ПДО-3 одноместный | 2500 | 850 | 2000 | 260 |
| ПДД-4 двухместный | 4180 | 850 | 2000 | 360 |

Завод «Промавтоматика» выпускает металлические пульты типа КЗСП-1. Пульт типа КЗСП-1 также сборный секционный и состоит из тумб и столешницы (рис. 28). Над столешницей при необходимости уста-



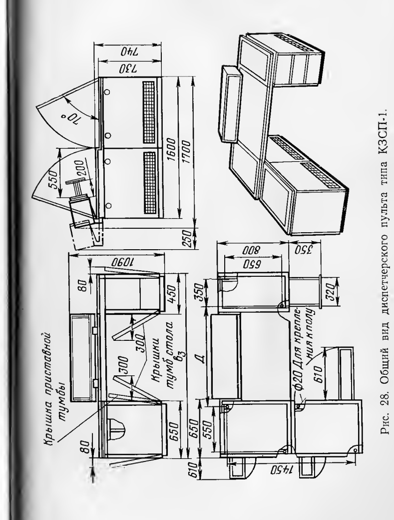



Рис. 28. Общий вид диспетчерского пульта типа КЗСП-1.

навливается приборная приставка. Тумбы предназначены для установки командной и сигнальной аппаратуры, а также для хранения рабочей документации. Пульт типа КЗСП-1 входит в систему унифицированных типовых констркций ГСП УТК и может иметь различные модификации.

*Мнемосхемы и электроаппаратура диспетчерских щитов и пультов.* Оборудование завода «Электропульт». Секционные мозаичные диспетчерские щиты завода «Электропульт» в основном служат для размещения мнемонических схем электроэнергетических объектов (электростанций, подстанций, линий электропередачи).

По способу воспроизведения информации на мнемосхеме щиты изготавливаются мимическими и световыми. На мнемосхемах мимических щитов положение отдельных коммутационных аппаратов контролируемых объектов (масляных выключателей, автоматов, разъединителей и т. п.) воспроизводится положением аппарата (ключа) — символа на щите. При поступлении через устройство телемеханики сигнала несоответствия между действительным положением коммутационного аппарата и символа на щите, в последнем загорается сигнальная лампа. При приведении диспетчером символа в положение соответствия эта лампа гаснет. Под световыми понимаются щиты, на мнемосхемах которых положение коммутационных аппаратов контролируемых объектов воспроизводится загоранием сигнальных ламп различного цвета. Как уже отмечалось, фасадное поле щита состоит из съемных элементов размером 40×40 мм, выполненных из пластмассы.

По конструктивному исполнению съемные элементы делятся на два основных вида:

элементы, предназначенные для нанесения на их лицевые поверхности условных обозначений шин, линий, трансформаторов и т. п., а также элементы без обозначений, предназначенные для заполнения свободных полей щита;

элементы, предназначенные для утопленного монтажа мимических или светящихся символов оборудования, ключей и кнопок управления, арматур сигнальных ламп и т. п.

Для крепления на перфорированных платах элементов первого вида в их конструкции предусмотрены две



защелки и два фиксирующих выступа, выполненные из материала элемента (рис. 29).

В элементах второго вида (рис. 30) защелки и фиксирующие выступы отсутствуют. Крепление этих элементов на перфорированных платах осуществляется при помощи крепежных скоб, относящихся к монтируемой аппаратуре, и специальных шайб прямоугольной формы.

Принятый способ крепления съемных элементов обеспечивает возможность их быстрой установки или замены на панелях щитов без применения специального инструмента.

Для обозначения на мнемосхемах операций вывода оборудования в ремонт, отключения защиты, наложения

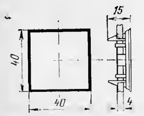



Рис. 29. Общий вид и крепление элементов без встроенной аппаратуры мозаичного щита завода «Электропульт».

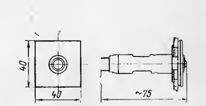



Рис. 30. Общий вид и крепление элементов со встроенной аппаратурой мозаичного щита завода «Электропульт».

защитного заземления и т. п. на лицевых сторонах съемных элементов второго вида предусмотрены отверстия, допускающие навешивание флажков с соответствующими предупредительными знаками.

Мнемонические обозначения участков схем и оборудования на съемных элементах, за исключением символов генераторов, выключателей и разъединителей, выполняются накладными из алюминия толщиной 1,5 мм. Для условного обозначения ступеней напряжения все элементы мнемосхем окрашиваются эмалями различных цветов. Разного рода надписи и буквенно-цифровые обозначения в мнемонических схемах выполняются либо накладными цифрами и буквами высотой 25 мм (два знака на элементе), либо способом гравировки непосредственно на лицевой стороне съемных элементов цифр и букв высотой 12 (четыре знака на элементе в два ряда) или 8 мм (шесть знаков на элементе в три

ряда). На рис. 31 показана для примера мнемосхема подстанции, выполненная на мозаичных элементах завода «Электропульт».

Основными коммутационными аппаратами, устанавливаемыми в мнемосхемы диспетчерского щита, являются символы типов СВМ-1 и СВМ-2, двухпозиционные арретирные и безарретирные ключи типов КТС-I, КТС-II, КТ-I, КТ-II и КНТ.

Символы типа СВМ позволяют мимически отображать в мнемосхемах состояние выключателя (включен

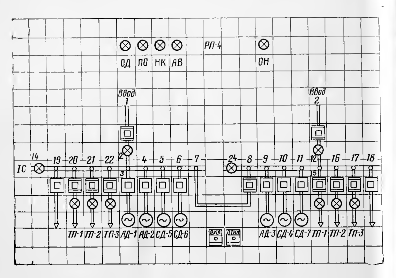



Рис. 31. Мнемосхема подстанции на элементах мозаичного щита завода «Электропульт».

или отключен) и оптически воспроизводить сигналы, поступающие через устройство ТУ — ТС, о несоответствии позиции мимического указателя символа действительной позиции выключателя и нарушениях режима на КП.

В положении «Включено» (рис. 32) поворотный указатель символа СВМ поднят. Цвет его совпадает с цветом символов шин или линий. При опущенном поворотном указателе цвет символа отличается от цвета указанных символов.



Ключи типа КТС используются как в качестве символа (аналогично СВМ), так и в качестве переключателя различных электрических цепей в схемах телеуправления и телесигнализации.

Ключи типа КТ, отличающиеся от ключей типа КТС отсутствием встроенной сигнальной лампы, используются в цепях телемеханики, где не требуется оптической сигнализации несоответствия, например в цепях включения и отключения телемеханического устройства. Ключи типа КНТ-I представляют собой двухпозиционное переключающее устройство с возвратным приводом кнопочного типа. Они используются в общих цепях телемеханики и как индивидуальные ключи вызова телеизмерения.

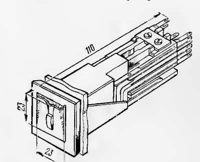



Рис. 32. Символ типа СВМ телесигнализации двухпозиционного объекта.

На рис. 33 для примера показаны монтажные изображения контактных групп телемеханических ключей, номер которых соответствует заводскому номеру контактной группы. При этом на рис. 33,*а* показан пример изображения ключа, такого, как КТС-I или КТС-II с встроенной лампой, а на рис. 33, *б* — без встроенной лампы, например для ключей КТ-I, КТ-II или КНТ-I. Расположение контактных групп на рисунке показано с монтажной стороны.

Контакты этих ключей рассчитаны на длительное прохождение и разрыв тока 0,25 А при напряжении 60 В, а встроенные коммутаторные лампы типа КМ — на напряжение 24, 48 и 60 В.

Оборудование завода «Промавтоматика». Секционные мозаичные диспетчерские щиты завода «Промавтоматика» служат для размещения на них мнемонических схем любых энергетических объектов, технологических линий, трубопроводов и т. п.

На секционном диспетчерском щите типа ШДСМ-1 мнемосхема воспроизводится по принципу мимического щита.

Элементы мнемосхемы изготавливаются из листового органического стекла, окрашиваются нитроэмалями соответствующих цветов и наклеиваются на мозаичные элементы щита. Каждый мозаичный элемент с наклеенным на него участком мнемосхемы можно вынуть из ячейки без нарушения всей мнемосхемы.

Надписи на щите выполняются пластмассовыми буквами и цифрами белого цвета высотой 16 и 32 мм, которые наклеиваются на мозаичные элементы. Мелкие

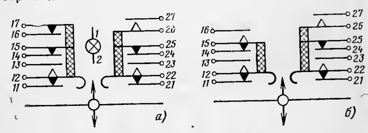



Рис. 33. Монтажное изображение телемеханических ключей. *а* — со светящейся рукояткой; *б* — без светящейся рукоятки.

надписи выполняются гравировкой на пластмассовых шильдиках, размеры которых не должны превышать размеров съемного мозаичного элемента.

На рис. 34 показана для примера мнемосхема насосной станции, выполненная на мозаичных элементах завода «Промавтоматика».

В мозаичные элементы может встраиваться следующая командно-квитирующая аппаратура: ключи, арматура сигнальной лампы АСКМ, символ разъединителя СР-2. При этом применяются мозаичные элементы со специальными вырезами под эти аппараты. Основными коммутационными аппаратами являются ключи типа КУ.

Ключи управления КУ предназначены для коммутации электрических цепей и сигнализации положения управляемых объектов систем телемеханики в мнемонических схемах диспетчерских щитов и пультов, а также для использования в схемах управления, сигнализации и защиты с напряжением до 220 В постоянного и переменного тока промышленной частоты. Действие ключа основано на принципе замыкания неподвижных контактов подвижными при повороте рукояткой механизма переключения.



Ключ имеет встроенную арматуру для установки сигнальной лампы типа КМ напряжением до 60 В. Конструкция ключа обеспечивает возможность замены сигнальной лампы при помощи лампосъемника без извлечения ключа из панели и его разборки.

Выводы неподвижных контактов пронумерованы и выполнены с расчетом присоединения отходящих проводов с помощью пайки.

Подключение ключей к схемам осуществляется при помощи прямоугольных миниатюрных разъемов РПМ,

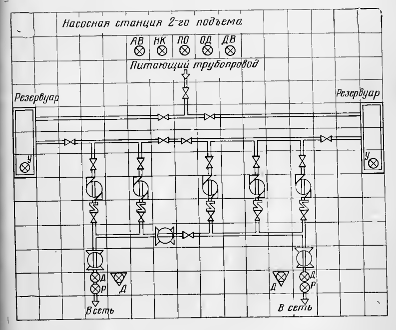



Рис. 34. Мнемосхема насосной станции на мозаичных элементах завода «Промавтоматика».

состоящих из розетки РГ1Н-1-5 и вилки РН2Н-1-29. Разъемы рассчитаны на подпайку к каждому контакту проводника сечением до 0,35 мм$^2$.

Ключи выпускаются двух типов: КУА — ключ управления с двумя фиксированными коммутационными положениями; КУБ — ключ управления с механизмом самовозврата в фиксированное исходное коммутационное

положение и с двумя нефиксированными коммутационными положениями.

По количеству контактных групп и схемам замыкания контактов выпускаются семь вариантов исполнения ключей.

## 5. Монтаж и эксплуатация оборудования диспетчеризации

*Монтаж оборудования диспетчеризации.* Под понятием «оборудование диспетчеризации» подразумевается комплекс оборудования, предназначенный для диспетчерского управления телемеханизированной системой, например, системой энергоснабжения. В этот комплекс входят собственно устройства телемеханики (ТУ — ТС — ВТИ), устройства телеизмерения (ТИ), диспетчерские щиты и пульты, различные шкафы и панели с релейной и защитной аппаратурой, выпрямительные устройства, средства диспетчерской связи и т. п. Все это оборудование располагается на диспетчерском пункте и исполнительных (контролируемых) пунктах.

В § 4 рассматривались помещения и оборудование диспетчерских пунктов. Взаимное расположение помещений ДП должно обеспечивать удобный доступ во все помещения, удобство коммутации соединений между отдельными элементами оборудования, а также транспортировки и монтажа оборудования.

Если помещения находятся не на первом этаже, и транспортировка оборудования диспетчерского пункта через лестничные марши и коридоры затруднена, то. как правило, делают монтажные площадки и проемы на соответствующем этаже. В этом случае подъем оборудования производится наружными лифтами или кранами.

В помещении диспетчерской и аппаратной должны быть предусмотрены кабельные каналы для электрических связей между щитом, пультом, комплектами телемеханических устройств и другой аппаратурой диспетчерского пункта.

Кабельная канализация. При размещении ДП в нижнем этаже здания наиболее целесообразным является сооружение кабельных каналов глубиной 400—600 мм.



При размещении ДП на одном из верхних этажей в помещениях диспетчерской и аппаратной целесообразно устройство двойного пола высотой 200—400 мм над отметкой черного пола. Глубина двойного пола определяется в зависимости от высоты диспетчерского помещения и количества прокладываемых кабелей. Двойной пол устраивается под всем помещением диспетчерской и аппаратной, однако съемные плиты устанавливаются только в тех местах, где проходят кабельные коммуникации.

При двухэтажном расположении диспетчерского пункта кабели могут быть проложены по потолку нижнего этажа на лотках.

Заземление оборудования на диспетчерских пунктах должно выполняться в соответствии с правилами устройств ПУЭ I-7-26 и ПУЭ I-7-28. Монтаж телемеханических устройств заключается в установке шкафов с комплектами ДП и КП и электрического монтажа внешних связей.

Перед установкой комплект устройства должен быть осмотрен и приведен в действие без подключения к оборудованию диспетчерского и контролируемого пунктов. Внешний осмотр производится в целях выявления механических повреждений. При осмотре необходимо обратить внимание на состояние механического монтажа основных конструкций шкафа, на крепление блоков, отдельных реле, искателей, конденсаторов и другой аппаратуры, на состояние пайки проводов, подключенных к аппаратуре, состояние этой аппаратуры. Состояние реле определяется по внешнему виду, а нажатием на якорь проверяется замыкание и размыкание контактов реле. Восстановление нарушенных паек производится в соответствии с правилами монтажа слаботочного оборудования.

Нарушенные соединения следует восстановить, и правильность произведенных подключений необходимо проверить по монтажным таблицам или схемам, имеющимся в инструкции по монтажу данного устройства. Поврежденные реле должны быть восстановлены и заново отрегулированы, согласно их паспортным данным. Неисправные блоки или субблоки бесконтактных телемеханических устройств должны быть заменены из имеющегося резерва, поставляемого в комплекте с устройствами.

Телемеханические устройства, размещенные в шка-

Таблица 8. **Установочные и монтажные данные телемеханических устройств**

| Устройства ТУ—ТС | | Размер шкафа, мм | | | Наибольшая масса шкафа с аппаратурой, кг | Способ установки шкафа | Обслуживание | Ввод кабеля | Подключение к внешним цепям |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Тип | Модификация комплектов | Ширина | Глубина | Высота | | | | | |
| УТМ-1 | ДП-2 | 600 | 550 | 2020 | 369 | Нп | Дв | Сн | Пайка проводов сечением до 0,5 мм² |
| | КП-2 | 600 | 550 | 2020 | 397 | Нп | Дв | Сн | Под болт, провод сечением до 1,5 мм² |
| | КП-3; КП-4 | 500 | 267 | 840 | 85 | Нв | Од | Сн | То же |
| УТБ-3; УТБ-3р; УТБ-3тр | ДП | 600 | 550 | 2090 | 400 | Нп | Дв | Сн | Пайка проводов сечением до 0,5 мм² |
| | КП (УТБ-3р, УТБ-3тр) | 600 | 550 | 2120 | 350 | Нп | Дв | Сн | Под болт, провод сечением до 1,5 мм² |
| РСТ-1 | ДП | 520 | 320 | 507 | — | Нв или Вс | Од | Сн | Пайка проводов сечением до 0,5 мм² |
| РСТ-2 | КП | 520 | 320 | 507 | — | Нв или Вс | Од | Сн | Под болт, провод сечением до 2,5 мм² |

*Продолжение табл. 8*

| Устройства ТУ—ТС | | Размер шкафа, мм | | | Наибольшая масса шкафа с аппаратурой, кг | Способ установки шкафа | Обслуживание | Ввод кабеля | Подключение к внешним цепям |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Тип | Модификация комплектов | Ширина | Глубина | Высота | | | | | |
| ТМЭ-1 | ДП | 600 | 635 | 2090 | 293 | Нп | Дв | Сн | Пайка проводов сечением до 0,5 мм² |
| | КП, модель А | | | | 253 | | | | Под болт, провод сечением до 2,5 мм² |
| | КП, модель Б | | | | 188 | | | | То же |
| | КП, модель В | | | | 333 | | | | » » |
| ВРТФ-1 | ДП | 600 | 640 | 2090 | 163 | Нп | Дв | Сн | Пайка проводов сечением до 0,5 мм² |
| | КП, модели А00, Б00, В00 | | 270 | 720 | 36 | Нв | | Сэ или СП | Под болт, провод сечением до 2,5 мм² |
| | КП, остальные модели А, Б, В | | 640 | 2090 | 79 | Нп | | Сн | То же |
| | Модель А ДП | 1030 | 400 | 1885 | 103 | Нп | Дв | Сн | — |
| | Модель А КП | 750 | | | 166 | | | | |
| | Модель Б ДП | 1170 | | | 210 | | | | |
| | Модель Б КП | 910 | | | 195 | | | | |

*Продолжение табл. 8*

| Устройства ТУ—ТС | | | Размер шкафа, мм | | | Наибольшая масса шкафа с аппаратурой, кг | Способ установки шкафа | Обслуживание | Ввод кабеля | Подключение к внешним цепям |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Тип | Модификация комплектов | | Ширина | Глубина | Высота | | | | | |
| ВРТФ-3 | Модель В | ДП | 1170 | | | 241 | | | | |
| | | КП | 1030 | | | 230 | | | | |
| | Модель Г | ДП | 1450 | | | 267 | | | | |
| | | КП | 1170 | | | 263 | | | | |
| | Модель Д | ДП | 1590 | | | 286 | | | | |
| | | КП | 1310 | | | 292 | | | | |
| РТСМ-1 | ДП | | 480 | 192 | 255 | 16 | Нв | Од | Сз или Сп | Пайка проводов сечением до 0,5 мм² |
| | КП | | | | | 13 | | | | Под болт, провод сечением до 2,5 мм² |
| МКТ-1 | Модель А | ДП | 450 | 400 | 1885 | 90 | Нп | Дв | Сн | Пайка проводов сечением до 0,5 мм² |
| | | КП | 310 | | | 60 | | | | Под болт, провод сечением до 1,5 мм² |
| | Модель Б | ДП | 590 | | | 120 | | | | Пайка проводов сечением до 0,5 мм² |
| | | КП | 310 | | | 60 | | | | Под болт, провод сечением до 1,5 мм² |



*Продолжение табл. 8*

| Устройства ТУ—ТС | | Размер шкафа, мм | | | Наибольшая масса шкафа с аппаратурой, кг | Способ установки шкафа | Обслуживание | Ввод кабеля | Подключение к внешним цепям |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Тип | Модификация комплектов | Ширина | Глубина | Высота | | | | | |
| ТМ-300 ТМ-301 (нормальное исполнение) | КП I габарита | 720 | 350 | 1400 | — | Нп | Од | Сн | — |
| | ПУ и КП II габарита | | | | — | | | | — |
| | КП III габарита | 960 | | 2000 | — | | | | — |
| ТМ-300, ТМ-301 (пылезащищенное исполнение) | КП I габарита | 800 | 350 | 1400 | — | Нп | Од | Сн | — |
| | ПУ и КП II габарита | | | 1800 | — | | | | — |
| | КП III габарита | 640 | | 660 | — | | | | — |
| ТМ-310, ТМ-320 | ПУ | 800 | 450 | 2000 | 300 | Нп | Од | Сн | — |
| | КП (напольного типа) | 600 | | | | | | | — |
| | КП (навесного типа) | 1000 | | 600 | 100 | Нв | Од | Сн | — |

Примечания: 1. Условные сокращения: НП — напольный; НВ — навесной; ВС — встроенный; Дв — двустороннего обслуживания; Од — одностороннего обслуживания; Сн — ввод кабеля снизу; Сз — ввод кабеля сзади; Сп — ввод кабеля спереди. 2. Конструктивно устройство ВРТФ-3 представляет собой щит, собираемый из панели общих операций и индивидуальных панелей, однотипных по размерам и конструкции (см. табл. 8). 3. Подключение устройства ТМ-300, ТМ-301 к внешним цепям на ДП осуществляется пайкой проводом сечение до 0,5 мм², а на КП — под болт, проводом сечением до 2,5 мм². 4. Подключение к внешним цепям устройств ТМ-310 и ТМ-320 осуществляется следующим образом: сборки зажимов питания на ПУ и КП и цепи ТУ на КП — провод сечением до 1,5 мм² под винт, остальные цепи на ПУ и КП — провод сечением до 1 мм², пайка или накрутка 5. Количество шкафов ПУ и КП устройств ТМ-300, ТМ-301, ТМ-310 и ТМ-320 определяется емкостью передаваемой телемеханической информации.

фах, устанавливаемых на полу, крепятся анкерными болтами к закладным деталям, которые необходимо предусматривать в фундаментах или каналах, на которые устанавливаются шкафы.

Шкафы навесного типа навешиваются на специальной панели, укрепляются к настенной скобе или устанавливаются на специальных стативах.

Основные показатели, связанные с установкой и монтажом ряда телемеханических устройств, применяемых в энергоснабжении промышленных предприятий, приведены в табл. 8. При установке шкафов следует соблюдать необходимые расстояния между шкафами или другими приборами, обеспечивая возможность доступа к шкафам и их демонтажа, а также учитывать особенности конструкции каждого шкафа.

Электрический монтаж внешних связей должен производиться в соответствии с проектной документацией.

В объем проектной документации, необходимой для выполнения монтажных работ, должны входить таблицы или схемы привязки объектов (ТУ — ТС — ВТИ) к соответствующим комплектам телемеханических устройств, а также выходные сборки зажимов этих устройств с указанием номера и жильности подключаемого кабеля.

На ДП электрический монтаж комплектов устройств ТУ—ТС выполняется многожильным телефонным кабелем, прокладываемым между шкафами с полукомплектами и оборудованием ДП. Диаметр жил кабеля выбирается в пределах 0,5—0,8 мм. Для этой цели обычно используются кабели типов ТПП, ТПВ, ТРВК, ТСШ и др. Питающие цепи комплектов должны монтироваться медными или алюминиевыми контрольным кабелем с жилами соответственно сечением 1,5 и 2,5 мм². Подключение всех внешних цепей к сборкам зажимов комплекта ДП рассчитано на пайку, а подключение цепей питания — под винт.

На контролируемом пункте, как правило, электрический монтаж внешних цепей комплекта устройства ТУ — ТС выполняется контрольным кабелем медным с жилами сечением 1,5 мм², или алюминиевым сечением 2,5 мм². Подключение всех внешних цепей к сборкам зажимов комплектов КП рассчитано на зажим под винт.

Пайка к зажимам шкафа комплекта ДП должна производиться припоем ПОС-60 с применением флюса,



не вызывающего окисления, например, раствора канифоли в спирте. Пайка должна быть прочной, чистой, без наплывов и острых выступов. Для электрического монтажа необходимо зачистить, скрутить и облудить конец провода длиной 5—7 мм. Перед пайкой на концы проводов желательно надеть поливиншлхлоридные труб-

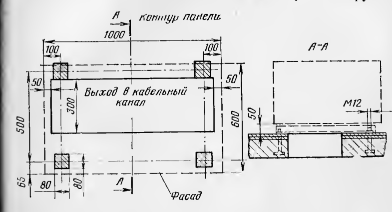



Рис. 35. Установка панели мозаичного типа ЩДСМ-1.

ки, диаметр и длина которых выбираются так, чтобы полностью закрыть хвостовик контакта и оголенную часть провода. После выполнения электрического монтажа внешних связей необходимо произвести их прозвонку с целью проверки правильности выполненных работ. Секционные мозаичные щиты поступают с заводов-изготовителей в виде отдельных панелей. На месте монтажа под эти щиты должны быть подготовлены строительные основания.

Сборка щитов на строительном основании производится до настила чистого пола после завершения в помещении диспетчерского пункта всех видов строительных и отделочных работ.

Для укрепления конструкций панелей щитов и подвода к ним кабелей в строительном основании должны быть предусмотрены кабельные каналы и отверстия, размеры и расположение которых для отдельных элементов щитов показаны на рис. 35. Для крепления щитов применяются болты с резьбой М12, головки или концы которых заливаются в пазах цементным раствором.

Сборка щитов сводится к следующим операциям:

расстановка, сбалчивание панелей щита и выравнивание их в горизонтальной и вертикальной плоскостях;

заливка цементным раствором закладных болтов после окончательной выверки положения собранного щита;

установка мозаичных элементов в зону стыка соседних панелей (для щитов ЩДСМ-1).

Коммутационная проводка на щите выполняется таким образом, что изменения мнемонической схемы не вызывают демонтажа и изменения жгутов проводов.

Указанное достигается тем, что все цепи от командно-квитирующей и сигнальной аппаратуры (за исключением перемычек между контактами одного и того же элемента) выводятся на ближайшие выводные устройства ВУ-30, устанавливаемые в каждой мозаичной секции. При этом провода, идущие от одного монтажного элемента (ключа, арматуры) должны быть выведены на одно выводное устройство; разводка проводов от одного элемента на два и более выводных устройства не допускается.

Перемычки между аппаратурой, стоящей на различных мозаичных элементах, выполняются только на выводных устройствах; непосредственные перемычки не допускаются.

Кабели внешних присоединений должны подключаться непосредственно к выводным устройствам, устанавливаемым в мозаичных секциях щита. Зажимы выводных устройств ВУ-30 рассчитаны на присоединение пайкой провода или жил телефонного кабеля сечением до 0,5 мм².

Порядок монтажа диспетчерских пультов, а также выполнение подключений кабелей внешних присоединений такие же, как и для щитов.

*Эксплуатация средств телемеханики и диспетчеризации.* Эксплуатация устройств телемеханики в энергоснабжении предприятий осуществляется персоналом специализированных групп телемеханики. На крупных предприятиях группы телемеханики могут входить в состав служб релейной защиты и автоматики, или КИП и автоматики соответствующих цехов службы главного энергетика. На средних и мелких предприятиях эти группы, как правило, находятся в ведении главного энергетика или начальника диспетчерской службы. Состав, численность и квалификация персонала групп телемеханики устанавливаются в зависимости от количества и размещения телемеханизированных объектов, количества и сложности аппаратуры телемеханики.

В табл. 9 приведен рекомендуемый штатный состав диспетчерской службы, а в табл. 10 — штатный состав службы телемеханики.

Таблица 9. **Штатный состав диспетчерской службы**

| Состав персонала | Количество, чел., на один ДП с количеством КП | | | |
|---|---|---|---|---|
| | до 20 | до 50 | до 100 | свыше 100 |
| Начальник службы | — | — | 1 | 1 |
| Старший диспетчер | 1 | 2 | 3 | 3 |
| Сменный диспетчер | 3 | 4 | 9 | 9 |
| Подменный диспетчер | 1 | 2 | 2 | 3 |
| Итого: | 5 | 8 | 15 | 16 |

Таблица 10. **Штатный состав службы телемеханики**

| Состав персонала | Количество, чел., при количестве КП | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | до 25 | до 50 | до 75 | до 100 | свыше 100 |
| Руководитель службы | — | — | 1 | 1 | 1 |
| Старший инженер по электронике | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| Инженер-наладчик по электронике | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 |
| Техник-наладчик по электронике | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 |
| Слесарь пятого разряда | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Итого: | 9 | 11 | 15 | 16 | 21 |

Персонал групп телемеханики должен: систематически контролировать состояние и работу всех устройств телемеханики; немедленно принимать меры для выяснения причин ненормальностей в работе устройств и устранения повреждений; участвовать в расследовании случаев неправильного действия устройств телемеханики; проводить в соответствии с графиком эксплуатационные проверки устройств телемеханики; руководить эксплуатацией устройств телемеханики на объектах, закрепленных за местным персоналом; разрабатывать и проводить мероприятия, направленные на повышение на-

дежности и эффективности использования устройств телемеханики; составлять технические задания на проектирование и рассматривать проекты по новым устройствам телемеханики; проводить наладку и приемку в эксплуатацию новых устройств телемеханики; обеспечивать наличие запасных частей, материалов, специальных инструментов и приборов, необходимых для эксплуатации устройств телемеханики; своевременно составлять сводные заявки на материалы и запасные части; вести техническую и отчетную документацию, составлять инструкции для оперативного персонала диспетчерских пунктов и эксплуатационного персонала, обслуживающего устройства телемеханики; обобщать опыт эксплуатации устройств телемеханики и организовывать техническую учебу персонала; содействовать распространению передового опыта работы.

Основными мероприятиями, обеспечивающими правильную и надежную работу устройств телемеханики, являются плановые эксплуатационные проверки, проводимые с определенной периодичностью по утвержденному графику. Установлены следующие виды плановых проверок: систематический контроль и опробование всех устройств телемеханики; частичная проверка устройств; полная проверка устройств.

Дополнительно в периоды между плановыми частичными проверками рекомендуется примерно один раз в 3 мес. проводить внешний осмотр аппаратуры телемеханики в целях выявления возможных ненормальностей (перегрев, загрязнение, механические повреждения и т. п.).

Внеочередная послеаварийная проверка должна проводиться после нарушения действия устройства телемеханики, а также в случаях устранения повреждений в основных узлах устройства.

Периодичность и объем эксплуатационных проверок определяются типом аппаратуры и условиями ее работы и должны всегда точно соблюдаться. Сокращение установленного объема полной проверки даже при хорошем состоянии отдельных узлов или всего устройства в целом не допускается. Не рекомендуется также проводить полные проверки устройств слишком часто. Целесообразна периодическая тренировка устройств при повышенном и пониженном напряжениях.

В [5] на основании опыта Мосэнерго приведена периодичность эксплуатационных проверок некоторых типов устройств телеуправления, телесигнализации и телеизмерения.



Полная проверка устройства телемеханики должна проводиться, как правило, одновременно для комплектов диспетчерского и контролируемого пунктов. При этом работы на контролируемом пункте проводятся непосредственно лицом, ответственным за эксплуатацию аппаратуры данного объекта, или под его руководством специально закрепленным персоналом. На диспетчерском пункте соответственно ведутся работы другим работником из состава группы телемеханики под руководством ответственного лица либо непосредственно этим лицом.

Работы по полной проверке устройств и каналов телемеханики должны проводиться одновременно, чтобы повысить качество работ и сократить время простоя аппаратуры. Завершающий этап проверки устройства телемеханики должен выполняться после полного окончания работ на каналах телемеханики. Лица, ответственные за обслуживание устройств телемеханики, должны иметь четкое представление о каналах телемеханики, уметь проконтролировать их работу и произвести приемку каналов после их проверки персоналом связи.

Ремонт или проверка на контролируемом объекте основного оборудования, устройств и приборов защиты и автоматики, связанных с устройствами телемеханики, могут считаться законченными только после опробования действия устройств телемеханики проверяемого объекта. Например, после полной проверки выключателя насосной станции следует произвести его телемеханическое включение и отключение и проверить правильность телесигнализации. Опробование производится дежурным персоналом совместно с производителем работ. Результаты полных и послеаварийных проверок оформляются протоколами.

О всех работах, проводимых в устройствах телемеханики, делают соответствующие записи в эксплуатационном журнале.

Устройства телемеханики должны постоянно находиться в работе. Все отключения устройств производятся только с разрешения дежурного диспетчера.

При эксплуатационных проверках устройств телемеханики необходимо принимать меры, обеспечивающие безопасность выполнения работ.

Техническая документация. Группа телемеханики должна обеспечить подготовку, своевременное уточнение и содержание в надлежащем виде следующей технической документации по устройствам телемеханики: принципиально-монтажные схемы и описания; монтажные таблицы или монтажные схемы соединений аппаратуры; скелетные схемы каналов; паспорта на устройства; инструкции эксплуатационному персоналу по обслуживанию устройств, инструкции оперативному персоналу диспетчерских пунктов по пользованию устройствами телемеханики; протоколы полных эксплуатационных проверок; эксплуатационный журнал; журнал неполадок устройств телемеханики.

Принципиально-монтажные схемы и описания устройств телемеханики выполняются для каждого типа устройств на основе заводской документации; могут также непосредственно использоваться заводские схемы и описания, если они оформлены как исполнительные. Принципиально-монтажные схемы, как наиболее часто используемые материалы, должны быть удобными для работ: иметь четкое начертание, наглядную маркировку, соответствующие размеры.

Монтажные таблицы и схемы соединений аппаратуры выполняются отдельно для каждого устройства телемеханики в строгом соответствии с натурой. Документация должна быть составлена так, чтобы при изменении одного какого-либо соединения требовалось вносить исправления только в одну-две схемы (таблицы). Для устройств телемеханики, имеющих большое количество межаппаратных связей, рекомендуется применять монтажные таблицы, а не схемы связей.

Скелетные схемы каналов телемеханики составляются для более четкой ориентировки эксплуатационного персонала при работах на линиях и аппаратуре связи и удобства приемки каналов телемеханики после их проверки. На скелетных схемах указываются: вид и протяженность канала, тип аппаратуры уплотнения, несущие и поднесущие частоты канала, сопротивления шлейфов, номера подканалов, кабелей и воздушных линий связи, номера пар на кроссах и боксах связи по концам трассы канала и линейные зажимы устройств телемеханики.

Паспорта на устройства телемеханики являются документами, отражающими технические данные и условия работы устройства, тип и назначение, основные параметры, комплектность аппаратуры, вид канала телемеханики, источники питания. В паспорте также указывается периодичность полных проверок устройства и делаются отметки о произведенных проверках. Паспорт составляется на каждый комплект устройства телемеханики. На устройства ТУ — ТС — ТИ, установленные на одном контролируемом пункте, составляются отдельные паспорта; общее приемное устройство на ДП, обслуживающее несколько КП, включается в паспорт одного из устройств, а в паспортах других устройств делается соответствующая ссылка. Паспорта всех устройств, принадлежащих одному ДП, находятся в общей папке.

Местные инструкции эксплуатационному персоналу по обслуживанию устройств телемеханики составляют для каждого типа устройств на основе заводских материалов и в соответствии с Инструкцией по эксплуатации. Инструкции регламентируют сроки, порядок и объем эксплуатационных проверок и дают краткие указания по методике выполнения основных видов работ. При достаточной квалификации эксплуатационного персонала и наличии заводских инструкций по наладке аппаратуры местные инструкции могут не составляться.

Инструкции оперативному персоналу ДП должны содержать четкие и полные указания по применению устройств телемеханики, предусматривающие порядок и конкретные случаи использования устройств для контроля режима работы контролируемых объектов, производства оперативных переключений и ликвидации аварий. В инструкциях даются также краткие сведения о работе устройств телемеханики, правилах пользования аппаратурой, действиях диспетчера при неисправностях устройств и о порядке проведения работ на оборудовании телемеханизированных объектов, на устройствах и каналах телемеханики. В приложениях к инструкциям дается перечень сигнализируемых и управляемых объектов и аварийно-предупредительных сигналов для каждого КП. Инструкция оперативному персоналу составляется совместно с оперативно-диспетчерской службой и утверждается главным инженером предприятия.

Протоколы полных эксплуатационных проверок устройств телемеханики должны содержать данные измерений основных характеристик устройств и отметки о всех выполненных при проверках работах. Форма протокола служит краткой программой проверки и опреде-

ляет последовательность и объемы выполняемых работ.

Эксплуатационный журнал служит рабочим документом, отражающим техническое состояние и работу всех устройств телемеханики, принадлежащих данному пункту управления. Персонал, обслуживающий устройства, отмечает в журнале все случаи нарушения действия и причины неполадок и отклонений от нормальной работы аппаратуры телемеханики и меры, принятые к устранению неисправностей. В журнале делают записи о проведенных плановых и послеаварийных проверках устройств телемеханики. В этот же журнал заносят результаты измерений при частичных проверках устройств и, по усмотрению персонала, любые записи, характеризующие состояние устройств телемеханики и выполненные на них работы.

Журнал неполадок устройств телемеханики является основным официальным документом для учета работы устройств; его ведет оперативный персонал диспетчерского пункта. Диспетчер отмечает время возникновения и характер нарушения действия устройства, а также время восстановления его нормальной работы (если это произошло без вмешательства персонала, обслуживающего устройства телемеханики). Ответная запись о причинах нарушений, мерах, принятых для устранения повреждений, и длительности простоя устройств делает персонал, обслуживающий устройства телемеханики. Ответы на записи диспетчера должны даваться, как правило, в пределах тех же или следующих суток после возникновения неисправности.

### 6. Технико-экономическая эффективность телемеханизированных систем управления энергоснабжением

Техническая и экономическая целесообразность применения телемеханизации в системах энергоснабжения промышленных предприятий должна быть определена в каждом отдельном случае.

Экономический эффект от введения телемеханизации в сочетании с автоматизацией получается за счет повышения надежности и бесперебойности энергоснабжения предприятия, что ведет к повышению ритмичности работы, увеличению выпуска продукции и удешевлению ее стоимости, за счет рационального проектирования новых объектов с учетом отсутствия постоянного дежурного персонала на объектах энергоснабжения, за счет уменьшения эксплуатационных расходов в связи с сокращением количества дежурного персонала на электроподстанциях, насосных станциях, газоповысительных и газоочистных станциях и других сооружениях систем энергоснабжения; за счет экономии расходов различных видов энергии.



Экономия, которая может быть получена по каждой из возможных статей, рассчитывается на основании статистических данных, полученных на конкретном объекте, или по объекту, взятому в качестве аналога.

Расчет экономической эффективности (срока окупаемости) выполняется с учетом суммарной экономии, эксплуатационных затрат, амортизационных отчислений и нормативного коэффициента окупаемости.

Наряду с определением срока окупаемости системы управления рекомендуется подсчитывать уменьшение себестоимости собственной продукции, получаемое вследствие внедрения системы энергоснабжения (например, в системе электроснабжения — стоимости распределения 1 кВт·ч электроэнергии, в системе водоснабжения — стоимости производства и распределения 1 м$^3$ воды и т. д.).

При определении экономического эффекта также учитываются:

добавление квалифицированного персонала для обслуживания устройства автоматики и телемеханики (дежурных на диспетчерском пункте, монтеров по ремонту устройств телемеханики и др.), а также обходчиков контролируемых пунктов, на которых отсутствует постоянный дежурный персонал;

затраты на телемеханическое оборудование, связанные с оснащением основного оборудования телемеханизируемого объекта в связи с его автоматизацией и телемеханизацией, без учета стоимости реконструкции основного оборудования;

эксплуатационные затраты, вызванные, например, дополнительным расходом электроэнергии на средства телемеханизации и автоматизации.

Приложение. **Условные обозначения объема информации на технологических схемах**

| Наименование функций | Условное обозначение при телемеханической передаче | Условное обозначение при дистанционной передаче | Размеры символов, мм |
|---|---|---|---|
| Управление двухпозиционное: | | | |
| общее обозначение | | | 7; 7 |
| для упрощенных схем подстанций | У | У | |
| Регулирование ступенчатое: общее обозначение | | | 5; 5 |
| четырехступенчатое (пример) | 4 | 4 | |
| Регулирование плавное: общее обозначение | | | 7; 7 |
| регулирование расхода (пример) | Р | Р | |
| Сигнализация общая и индивидуальная, общее обозначение | | | 11; 6 |
| Сигнализация аварийная (пример) | АВ | АВ | |
| Сигнализация положения | | | 11; 6 |
| Сигнализация положения, общее обозначение упрощенных схем подстанций (пример) | С | С | 6; 6 |
| Сигнализация нижнего предела: | | | |
| общее обозначение | | | 11; 6 |
| нижнего предела давления (пример) | Д | Д | |





| Наименование функций | Условное обозначение при телемеханической передаче | Условное обозначение при дистанционной передаче | Размеры символов, мм |
|---|---|---|---|
| Сигнализация верхнего предела: | | | |
| общее обозначение | | | 11; 6 |
| верхнего предела температуры (пример) | Т | Т | |
| Измерение постоянное: | | | |
| общее обозначение | | | 8 |
| измерение расхода (пример) | Р | Р | |
| Измерение по вызову или циклическое по выбору: | | | |
| общее обозначение | | | 10 |
| измерение по вызову напряжения (пример) | и | и | |
| Измерение интегральное: | | | |
| общее обозначение | ∫ | ∫ | 8 |
| измерение интегральное расхода (пример) | ∫Р | ∫Р | |
| Суммирование измерений (суммарное измерение): | | | |
| общее обозначение | Σ | Σ | 8 |
| суммарное измерение активной мощности (пример) | ΣР | ΣР | |

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Тутевич В. Н.** Основы телемеханики. — М.: Энергия, 1973. — 384 с.

2. **Инструктивные** указания по проектированию электротехнических промышленных установок. — ГПИТяжпромэлектропроект, 1970, № 6, с. 1—19, 1971, № 7, с. 3—21.

3. **Гельман Г. А., Соскин Э. А.** Устройство и применение систем телемеханики. — М.: Энергия, 1969. — 88 с.

4. **Гельман Г. А.** Монтаж и наладка телемеханических устройств. — М.: Энергия, 1967. — 88 с.

5. **Бердичевский И. М., Таги-Заде Р. М.** Телемеханизация тепловых сетей — М.: Энергия, 1973. — 184 с.

6. **Справочник** по проектированию электропривода, силовых и осветительных установок/ Под ред. Я. М. Большама, В. И. Круповича, М. Л. Самовера. — 2-е изд. — М.: Энергия, 1974. — 728 с.

7. **Малов В. С., Купершмидт Я. А.** Телеизмерения. — М.: Энергия, 1975. — 352 с.

8. **Соскин Е. А.** Основы диспетчеризации и телемеханизации промышленных систем энергоснабжения. — М.: Энергия, 1977. — 400 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

ГРИГОРИЙ АБРАМОВИЧ ГЕЛЬМАН

**ТЕЛЕМЕХАНИКА В ЭНЕРГОСНАБЖЕНИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Редактор издательства *И. А. Сморчкова*
Обложка художника *Т. Н. Хромовой*
Технический редактор *Н. Н. Хотулева*
Корректор *Г. А. Полонская*
ИБ № 1508 («Энергия»)

Сдано в набор 30.04.81 Подписано в печать 08.09.81 Т-25252
Формат $84 \times 108^{1}/_{32}$ Бумага типографская № 2 Гарнитура литературная
Печать высокая Усл. печ. л. 6,30 Уч.-изд. л. 6,73
Тираж 30 000 экз. Заказ 1165 Цена 35 к.

Энергоиздат, 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10

Московская типография № 10 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10

35 к.